به نام خدا

روندها ، مزایا ، خطرات و چالش های اجرای اینترنت اشیا در ساختمان‌های مسکونی و تجاری

استاد مربوطه:

خانم دکتر جاسبی

تهیه کننده:

حمید فــرزین پور

علوم تحقیقات بهار 1400

چکیده:

ساختمانهای مسکونی و تجاری در حال تغییر چشمگیری هستند و فناوریهای اینترنت اشیا (IoT) I آینده این ساختمان-ها را شکل می دهند. محققان به تازگی از اینترنت اشیا در برنامه ها و تنظیمات مختلف برای انتقال ساختمان های معمولی به ساختمان های هوشمند ، کارآمد و ایمن استفاده کرده اند. در حالی که رویکردهای کاربردی اینترنت اشیا توسعه یافته اند ، هنوز هم برای بهبود پتانسیل کامل این فناوری نیاز به پیشرفت در برنامه های کاربردی و اینترنت اشیا وجود دارد. این بهبود را می توان به طور صحیح و با پر کردن شکافهای موجود و ایجاد یک عنصر سازنده برای مطالعات آینده انجام داد. هدف این مقاله ارائه یک بررسی جامع از کارهای تحقیقاتی در مورد فن آوری ها و کاربردهای موجود اینترنت اشیا در ساختمانهای مسکونی و تجاری است. برای ساختمانهای مسکونی ، مطالعات به سه دسته اصلی اتوماسیون خانه، سیستمهای هوشمند مدیریت انرژی و امکانات بهداشتی تقسیم شده اند. برای ساختمانهای تجاری ، متون موجود به چهار دسته ساختمانهای اداری ، مراکز بهداشتی ، ساختمانهای آموزشی و رستورانها و امکانات خرده فروشی تقسیم شده است. براساس بررسی هر دسته ، روندها ، مزایا و خطرات کنونی و چالش های آینده اجرای اینترنت اشیا در محیط های ساخته شده شناسایی و مورد بحث قرار می گیرد. به طور خاص ، ادغام فناوری های مختلف اینترنت اشیا با قابلیت های مختلف ، ذخیره سازی و پردازش داده ها ، و حریم خصوصی و خطرات امنیتی به عنوان چالش های اصلی برای اجرای اینترنت اشیا شناخته شده است. علاوه بر این ، نتایج ما نشان می دهد که بخش ساختمان تجاری در مقایسه با بخش ساختمان مسکونی مورد توجه بیشتری قرار گرفته است. این مقاله با ارائه راهنمایی هایی برای فرصت های تحقیقاتی آینده ، به توسعه دهندگان و محققان اینترنت اشیا کمک می کند تا مرزهای کاری خود را به درستی شناسایی کرده و سهم آنها را مشخص کنند.

مقدمه

مدت ها پیش ، خانه ها و ساختمانهای تجاری مانند دفاتر ، بیمارستانها ، موسسات آموزشی و مراکز بهداشتی درمانی به گونه ای ساخته شده بودند که مایحتاج اولیه مانند آب ، برق و گاز را برای سرنشینان خود تأمین کنند. ساختمان‌ها، اعم از مسکونی و تجاری ، نقش مهمی برای بقای انسان و تأمین فضاهای راحت، ایمن و رضایت بخش برای نیازهای عاطفی ، جسمی و اجتماعی آنها داشته اند. به طور خاص ، سرنشینان باید همیشه در ساختمان ها احساس امنیت و امنیت کنند و این می تواند بر سلامت و بهره وری کلی آنها تأثیر بگذارد

مفهوم اینترنت اشیا و اصطلاحات

در سال 2009 ، برای اولین بار ، اشتون از عبارت IoT برای توصیف شناسایی فرکانس رادیویی با اتصال به اینترنت برای افزایش تدارکات زنجیره تأمین استفاده کرد. با این حال ، اینترنت اشیا به عنوان شبکه ای از چیزهای فیزیکی در نظر گرفته می شود که از طریق اینترنت متصل می شوند و قادر به تولید ، استخراج و ضبط داده ها برای نظارت و تصمیم گیری در زمان واقعی در انواع برنامه ها هستند. شکل 1 انقلاب اینترنت را در طول زمان و اینکه چگونه این فرآیند منجر به اینترنت اشیا می شود نشان می دهد.

با وجود چنین توضیحات جامعی ، محققان تعاریف مختلفی از اینترنت اشیا ارائه داده اند. آتزوری و همکاران] اینترنت اشیا را به عنوان شبکه ای از دستگاه های متصل تعریف کرد که براساس پروتکل های ارتباطی استاندارد قابل آدرس دهی منحصر به فرد هستند. گوبی و همکاران اینترنت اشیا را به عنوان اتصال هر دو دستگاه سنجش و تحریک که توانایی اشتراک اطلاعات از طریق یک شبکه واحد را فراهم می کنند ، توضیح داد ، بنابراین یک تصویر عملیاتی مشترک برای فعال کردن برنامه های ابتکاری ایجاد می کند. سانماکر و همکاران اینترنت اشیا را به عنوان فناوری تعریف می کند که به شما امکان می دهد افراد و اشیا در هر زمان ، هر مکان ، با هر کسی و در حالت ایده آل از هر مسیر / شبکه و هر سرویس متصل شوند. لوئیس و همکاران اینترنت اشیا را به عنوان شبکه ای از اشیا دارای قابلیت های سنجش و ارتباطات توضیح داده است که از طریق دسترسی بی وقفه به نرم افزارها و خدمات خاص دامنه ، امکان ترکیب و پردازش داده ها را فراهم می کند. میوراندی و همکاران اینترنت اشیا را به عنوان شبکه جهانی حاصل از اتصال اشیا هوشمند از طریق فن آوری های گسترده اینترنت تعریف کرد. شیا و همکاران توضیح داد که اینترنت اشیا از اشیایی تشکیل شده است که برای به دست آوردن ، پردازش ، ذخیره و انتقال اطلاعات از طریق اینترنت با یکدیگر ارتباط برقرار می کنند. اینترنت اشیا توسط آریال و همکاران تعریف شده است. به عنوان یک سیستم هوشمند که قادر به جمع آوری ، نظارت و کنترل داده ها از طریق اینترنت است. موری و همکاران اینترنت اشیا را به عنوان شبکه ای از دستگاه های متصل به سنسورها ، الکترونیک ، نرم افزار و اتصال توضیح داد. با توجه به این تعاریف اینترنت اشیا ، در این مقاله ، ما اینترنت اشیا را به عنوان سیستمی متشکل از اشیا مجهز به اینترنت (مانند حسگرها و دستگاه ها) تعریف می کنیم که از طریق اینترنت متصل هستند و می توانند داده ها را از طریق شبکه های بی سیم و بی سیم منتقل کنند تا از راه دور با یکدیگر ارتباط برقرار کنند.

معماری کلی سیستم اینترنت اشیا از چهار لایه اصلی تشکیل شده است:

لایه فیزیکی

لایه فیزیکی متشکل از حسگرهای مختلف ، محرک ها ، پردازنده ها و سایر دستگاه های فیزیکی است که به صورت هوشمند به یکدیگر متصل شده اند تا با محیط ساختمان ارتباط برقرار کنند. سنسورها وقایع موجود در ساختمان ها را کنترل و پاسخ می دهند. سنسورهای اینترنت اشیا به طور معمول هزینه مصرف برق کمی دارند. انواع مختلفی از سنسورها برای اجرای کارهای مختلف وجود دارد مانند سنسورهای انرژی برای ردیابی مصرف انرژی ساختمان، سنسورهای پزشکی برای نظارت بر سلامت بیمار، سنسورهای فشار برای تشخیص میزان اشغال ، و سنسورهای محیطی و شیمیایی برای نظارت بر شرایط محیطی در ساختمان ها. محرک ها با تبدیل سیگنال الکتریکی به حرکت ، تغییرات موجود در ساختمان را کنترل می کنند. برخی از عملکردهای محرک در ساختمان ها شامل تنظیم دما ، خاموش / روشن شدن وسایل برقی و فعال سازی سیستم های هشدار است.

لایه ابر

لایه ابر از فناوری هایی مانند محاسبات ، پایگاه داده و پردازش داده های بزرگ تشکیل شده است. در این لایه ، داده های جمع آوری شده توسط حسگر ذخیره می شود ، برای تصمیم گیری با الگوریتم های طراحی شده تحلیل می شود و در نهایت برای تجسم به لایه سرویس ارسال می شود. سرورهای مورد استفاده در لایه ابری معمولاً شامل موارد زیر هستند: وب سرور برای ارسال و دریافت داده از پایگاه داده و سرور ذخیره سازی برای ذخیره داده ها. قابل ذکر است که فضای ذخیره سازی ابری به دلیل مقیاس پذیری، انعطاف پذیری و قابلیت مدیریت داده های بزرگ و به حداقل رساندن اتلاف داده ها مورد استفاده قرار می گیرد.

لایه ارتباطی

لایه ارتباطی که به آن لایه شبکه نیز گفته می شود ، مسئول اتصال سیستم اینترنت اشیا از طریق فن آوری های شبکه است تا از انتقال دقیق و ایمن داده به لایه های دیگر اطمینان حاصل کند. این لایه تمام دستگاه های محاسباتی موجود در ساختمانها را به اینترنت متصل می کند و به آنها امکان می دهد از طریق پروتکل اینترنت IP ارتباط برقرار کنند. برخی از این فن آوری های ارتباطی که می توانند برای نظارت و کنترل ساختمان مورد استفاده قرار گیرند عبارتند از: اترنت ، Wi-Fi، WiMAX، Zigbee ، ارتباطات تلفن همراه ، شبکه با دامنه وسیع (LoRaWAN) ، شناسایی فرکانس رادیویی (RFID) و بلوتوث کم انرژی (BLE))

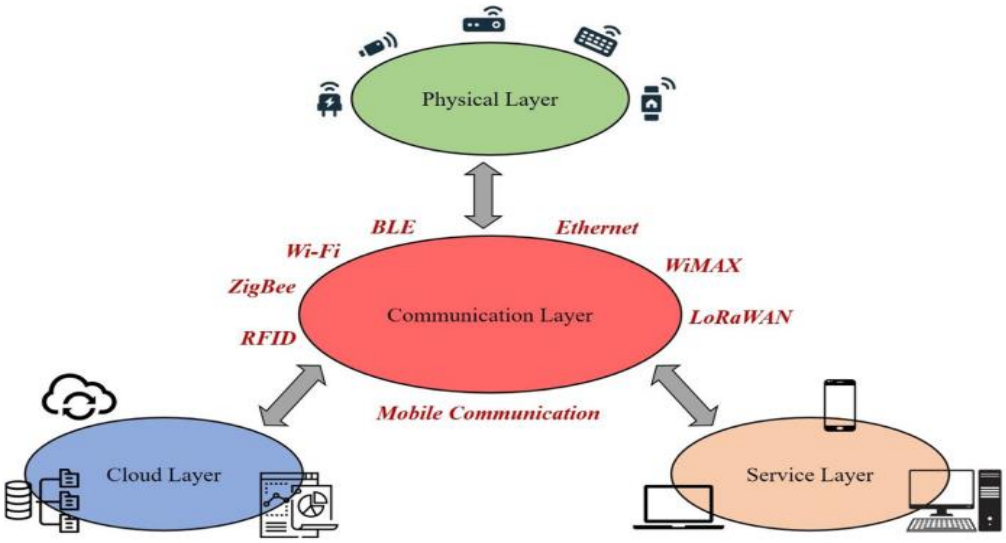

Fig. 2. IoT system architecture.

لایه سرویس

لایه سرویس به عنوان رابط بین کاربران و سیستم اینترنت اشیا عمل می کند. این لایه از وب و یا پایانه تلفن همراه تشکیل شده است که به کاربران امکان می دهد داده های پردازش شده را به صورت نمودارها ، نمودارها یا صفحه گسترده مشاهده کنند و دستگاه های مختلفی را که در سیستم اینترنت اشیا متصل هستند از راه دور کنترل می کند. از آنجا که لایه سرویس اطلاعات را با کاربران به اشتراک می گذارد و به آنها اجازه می دهد تا به سیستم اینترنت اشیا

دسترسی پیدا کنند ، احتمال آسیب پذیری بالایی وجود دارد که تأیید اعتبار و امنیت سیستم را تحت تأثیر قرار می دهد. در پاسخ به این موضوع ، به طور کلی از پروتکل ها استفاده می شود. پروتکل های امنیتی و احراز هویت باید قوی و انعطاف پذیر باشند تا اطمینان حاصل شود که وظایف رابط در سناریوهای مختلف به طور موثر انجام می شود. پروتکل های پیشنهادی ویژه برای سیستم های اینترنت اشیا شامل **MQTT** ، پروتکل برنامه محدود (**COAP**) ، پروتکل پیام رسانی و حضور قابل گسترش (**XMPP**) ، علامت گذاری شی**(JSON) ation JavaScript** ، امنیت لایه حمل و نقل (**TLS**) ، امنیت لایه حمل و نقل **Datagram (DTLS)** و مسیریابی است. پروتکل شبکه های کم توان و زیان ده **(RPL)**. این پروتکل ها قابل اصلاح هستند که به کاربران اجازه می دهد بدون تأثیر بر عملکرد پروتکل ، عملکرد دلخواه خود را برای سیستم خود تعریف کنند. ناحیه عمل (به عنوان مثال ، دامنه شبکه) ، باز بودن ، قابلیت همکاری و معماری شبکه مهمترین فاکتورها برای انتخاب مناسبترین پروتکل برای یک سیستم اینترنت اشیا هستند.

کاربرد اینترنت اشیا در ساختمانهای مسکونی

اتوماسیون خانگی

وانگ و همکاران یک سیستم کنترل هوشمند مبتنی بر اینترنت اشیا برای نظارت ، کنترل و مدیریت لوازم خانگی به منظور اطمینان از یک محیط امن و راحت برای ساکنان خانه ارائه داد. یک شبکه حسگر و بی سیم محرک ساخته شده و به عنوان لایه کنترل شامل چندین ماژول کنترل استفاده شده است. این کنترل کننده مرکزی هوشمند به دستگاه های از راه دور اجازه می دهد تا از طریق روتر بی سیم با یکدیگر ارتباط برقرار کنند. نویسندگان به ویژه یک برنامه وب خانگی هوشمند ایجاد کردند که از طریق آن کاربر مجاز می تواند برای نظارت و کنترل لوازم خانگی وارد سیستم شود. این سیستم شامل چندین عملکرد از جمله مدیریت و کنترل لوازم خانگی ، اختیار ورود به سیستم کاربر ، سیستم امنیتی و پردازش و تجسم داده ها است. سطح امنیتی سیستم می تواند به ویژه توسط کاربر براساس تنظیمات خودش باشد.

سلیمان و همکاران با استفاده از اینترنت اشیا و رایانش ابری یک سیستم هوشمند برای خانه ها پیشنهاد داده است تا کاربران بتوانند دستگاه های خانگی خود را کنترل و کنترل کنند. سنسورهای سیستم با استفاده از آردوینو برنامه ریزی شده اند. اطلاعات بدست آمده از سنسورها برای ذخیره و تجزیه و تحلیل داده ها با استفاده از شبکه ارتباطی ZigBee به سرور مرکزی ارسال می شود. در سیستم پیشنهادی ، ساکنان خانه می توانند هر زمان که بخواهند شرایط خانه را تجسم کرده و از راه دور از طریق یک برنامه وب دستگاه های خانه را کنترل کنند.

امکانات بهداشتی و درمانی در منزل

تسیمپاس و همکاران یک سیستم عامل چند لایه هوشمند با نام Ambient Basic Layer Evolution ارائه داده است که بر اساس مفهوم اینترنت اشیا ساخته شده است و سلامت بیماران را کنترل می کند و در ساختمانهای مسکونی به آنها کمک پزشکی لازم می کند. این سیستم عامل شامل پنج لایه اصلی است: سنجش ، مدیریت و نگهداری ، عامل جلویی ، آگاهی از زمینه و ارتباطات شبکه. چندین عامل از جمله معماری و پیچیدگی سیستم های اینترنت اشیا ،

توانایی تصمیم گیری هوشمند ، توانایی پردازش داده ها در زمان واقعی و محل قرارگیری سنسورها / دستگاه ها در مرحله طراحی پلت فرم مورد توجه قرار گرفتند. معماری رابط کاربری و توانایی محاسباتی پلتفرم هنوز از موارد باز این تحقیق است.

اکلوند و همکاران [یک سیستم هوشمند برای نظارت بر سلامت و فعالیت بیماران مسن در خانه هایشان برای تشخیص موارد اضطراری ارائه داد. نویسندگان همچنین یک شبکه بی سیم ناهمگن به نام SensorNet برای تأمین امنیت ، مدولار بودن و اتصال سیستم معرفی کردند. SensorNet دارای دروازه های مرکزی و متحرک برای نظارت بر سلامتی و فعالیت های بیماران و هشدار هنگام حسگرها از وضعیت غیر عادی است. این دروازه ها همچنین از طریق یک کانال ارتباطی امن ، اطلاعات را به مراقبان مجاز منتقل می کنند. امنیت ، کیفیت خدمات ، سهولت نصب و حفظ حریم خصوصی از عوامل اصلی در طراحی سیستم و SensorNet بودند. در این مطالعه ، رابط کاربر و مرورگر وب سیستم نیاز به بهبود دارد تا به درستی متناسب با سیستم باشد.

کارهای دیگر

کواتس و همکاران چالش های استقرار سیستم های اینترنت اشیا برای ساختمان های هوشمند را توصیف کرد. آنها توضیح دادند که چگونه می توان در طول زمان طرح های معماری ساختمان ها را تغییر داد و اینترنت اشیا چگونه بر این تحول تأثیر گذاشته است. بر این اساس ، آنها یک سیستم نظارت بر ساختمان هوشمند را ارائه دادند که می تواند برای نظارت بر اشغال در اتاق ها در زمان واقعی با استفاده از سنسورهای نور ، سنسورهای حرارتی و رله ها استفاده شود. در این مطالعه ، نویسندگان نیاز به آزمایش مجازی و آزمایش فیزیکی سیستم های اینترنت اشیا را برای اطمینان از عملکرد موفقیت آمیز آنها برجسته و مورد بحث قرار دادند.

جئون و همکاران یک سیستم تشخیص اشغال مبتنی بر اینترنت اشیا برای کنترل هوشمند تهویه در خانه ها ارائه داد. اطلاعات مربوط به اشغال توسط کنسانتره گرد و غبار جمع آوری شده توسط حسگرهای مختلف مبتنی بر اینترنت اشیا نصب شده در یک خانه شناسایی می شود. در حقیقت ، نویسندگان از غلظت ذرات معلق برای اندازه گیری کیفیت هوای داخل خانه و تغییرات غلظت گرد و غبار استفاده کردند تا مشخص شود که شخصی در محیط های داخلی چه فعالیت هایی انجام می دهد. عملکرد سیستم پیشنهادی IoTbased محدود به خانه افراد مسن و بیمارانی است که به تنهایی زندگی می کنند.

کاربرد اینترنت اشیا در ساختمانهای تجاری

ساختمان های اداری

آماکسیلاتیس و همکاران یک راه حل مبتنی بر اینترنت اشیا برای نظارت بر استفاده از انرژی در دفاتر ساختمان های آموزشی با هدف نهایی افزایش بهره وری انرژی و بهره وری انسان ایجاد کرد. آنها از فن آوری های منبع باز برای توسعه سیستم استفاده کردند. علاوه بر این ، نویسندگان برای سهولت در تبادل اطلاعات بین نرم افزار و سخت افزار مورد

استفاده در معماری سیستم ، نگاشت کنندگان API را تهیه و استفاده کردند. در سیستم ، دستگاه های مختلف اینترنت اشیا نصب شده در ساختمان ، داده هایی را در مورد شرایط آب و هوایی ، کیفیت هوا ، مصرف کلی انرژی الکتریکی و راحتی محیط جمع آوری می کنند. یک لایه ابر نیز برای ذخیره و پردازش این داده ها در مقیاس بزرگ استفاده شده است. نشان داده شده است که این سیستم قادر به پشتیبانی از انواع ساختمان ها ، چندین حوزه کاربردی و اکوسیستم های اینترنت اشیا است ، بدون اینکه کل هزینه ذخیره سازی ابر را افزایش دهد.

لو و همکاران پیشنهاد کرد که می توان از ترکیب داده های بزرگ و اینترنت اشیا در سیستم های مدیریت انرژی ساختمان های اداری استفاده کرد. بر این اساس ، آنها یک پلت فرم داده بزرگ 4 لایه IoT برای پیش بینی تقاضای گرمایش / سرمایش یک روزه در ساختمان ها ایجاد کردند. این چهار لایه عبارتند از لایه حسگر برای جمع آوری داده های مربوط به انرژی ، لایه ذخیره سازی برای ذخیره داده های جمع آوری شده ، لایه پشتیبانی تجزیه و تحلیل برای تجزیه و تحلیل و پیش بینی و لایه سرویس برای اتصال مدل پیش بینی به سیستم انرژی ساختمان. برای جمع آوری داده ها ، سنسورها برای جمع آوری داده های مربوط به انرژی در محیط بیرونی ساختمان داخل ساختمان نصب می شوند. شبکه های عصبی مصنوعی و خوشه بندی k-means مدل های پیش بینی پلت فرم با استفاده از ترکیبی از دو تکنیک یادگیری ماشین طراحی شده اند. خوشه بندی K-means رفتار نمای هوای روزانه در فضای باز را شناسایی می کند در حالی که شبکه عصبی به عنوان مدل پیش بینی کار می کند.

رفسنجانی و قهرمانی [ارتباط پویایی در زمان واقعی بین اطلاعات زیرساخت اینترنت اشیا و الگوهای استفاده از انرژی مربوط به اشغال در ساختمانهای اداری را نشان دادند. آنها به ویژه نشان دادند که داده های بی درنگ تولید شده توسط زیرساخت های اینترنت اشیا در یک ساختمان (در مورد اتصال دستگاه های مختلف Wi-Fi فعال) قادر به نشان دادن چگونگی اقدامات استفاده کنندگان از انرژی توسط ساکنان ساختمان است. بر این اساس ، نویسنده یک روش برای جمع آوری داده ها از دستگاه های اینترنت اشیا در ساختمان های اداری برای نظارت بر رفتارهای استفاده از انرژی سرنشینان در زمان واقعی ایجاد کرد. این دستگاه ها شامل نقاط دسترسی بی سیم و کنتورهای برق یک ساختمان از طریق اینترنت هستند. کنتور فعال شده در اینترنت در این تحقیق شامل دو بخش است و نویسندگان ادعا کردند که می تواند نویز موجود در داده ها را به طور دقیق کنترل کند. علاوه بر این ، نویسندگان یک روش مبتنی بر تراکم نرمال برای تفسیر داده های دستگاه های اینترنت اشیا ایجاد کردند.

امکانات بهداشتی

فن و همکاران از اینترنت اشیا استفاده کرد و یک روش طراحی خودکار برای توان بخشی هوشمند بیماران پیشنهاد کرد. در حقیقت ، نویسندگان برای حل محدودیت استفاده از اینترنت اشیا به تنهایی برای پیاده سازی سیستم های توانبخشی ، هستی شناسی را با اینترنت اشیا ترکیب کردند. از فناوری اینترنت اشیا به ویژه برای تهیه شبکه داده ای استفاده می شود که برای اشتراک مناسب اطلاعات بین کاربران به منابع پزشکی متصل می شود. اینترنت اشیا همچنین به سیستم کمک کرد تا به عنوان یک سیستم خودآموزی عمل کند. نویسنده اثربخشی روش ترکیبی را در ارائه

توانبخشی موثر به بیماران مختلف نشان داده است. این بینش در مورد چگونگی ساخت یک سیستم مراقبت بهداشتی هوشمند و در زمان واقعی فراهم کرد.

النبهان و همکاران یک روش ترکیبی را با تلفیق اینترنت اشیا و فناوری ابری برای مراکز پزشکی برای کاهش تعداد علل و افزایش میزان بقا در شرایط تخلیه اضطراری پیشنهاد کرد. این سیستم عامل با استفاده از چندین فاکتور اضطراری مانند شدت اضطراری و موقعیت آن آموزش می بیند. ساختار پلت فرم از پنج جز اصلی تشکیل شده است: گره های حسگر بی سیم که اطلاعات مربوط به شرایط خطر و تخلیه را جمع آوری می کنند ، گره های تصمیم گیری که داده های دریافت شده از گره های حسگر را تجزیه و تحلیل می کند و برای تصمیم گیری با ابر ارتباط برقرار می کند، یک سرور ابری که داده ها را ذخیره می کند و محاسبات داده پیشرفته تری را انجام می دهد ، هواپیمای خدماتی که میزبان وب سرویس ها ، مراجع تخلیه و بهداشتی است و راه های اتصال به گره ها ، سرور ابری و صفحه خدمات. روش پیشنهادی می تواند در تأمین واحد ایمنی ساختمان ها سودمند باشد.

ساختمانهای آموزشی

وینود و همکاران اهمیت ابزار اینترنت اشیا را در تأمین نیازهای اساسی آموزش که در آن دانش آموزان، والدین و دانشکده های آموزشی می توانند از طریق سیستم عامل های هوشمند با هم تعامل داشته باشند ، توضیح داد. بر این اساس ، نویسندگان برای انجام اعمالی مانند بررسی حضور دانش آموزان ، ارسال پیام اضطراری به والدین و دانش آموزان و بارگذاری نتایج دانش آموزان در سیستم های مدرسه ، یک ابزار هوشمند مدرسه ایجاد کردند. این ابزار بر اساس کنترل کننده اصلی طراحی شده است که Raspberry Pi است و با استفاده از Python برنامه ریزی شده است و به عنوان جز اصلی ابزار برای رابط با دستگاه های مختلف عمل می کند. این دستگاه ها یک برنامه اندروید برای تلفن های هوشمند ، یک ماژول GSM برای ارسال پیام کوتاه و پیامکی ایمیل ، دوربین های وب نصب شده در کلاس ها برای کلاس های مجازی و یک بستر اصلی برای برقراری ارتباط هستند. عمده ترین محدودیت این ابزار پیشنهادی عدم حمایت از دانشجویان دارای معلولیت مجازی است.

پوچرو و همکاران یک سیستم IoT منبع باز برای آموزش افراد در مورد نگرش آنها نسبت به مصرف انرژی و در نتیجه افزایش پایداری محیط ارائه داد. در طراحی سیستم ، از پروتکل های باز و واحدهای سخت افزاری برای تأمین نیازهای آموزشی متعدد و انعطاف پذیری و انطباق سیستم استفاده شده است. نویسندگان نشان دادند که این سیستم قادر است در تهیه مطالب آموزشی دانش آموزان برای یادگیری طراحی سخت افزار و نرم افزار دستگاه های هوشمند به معلمان کمک کند. برای جمع آوری داده های مورد نیاز سیستم ، سنسورها در هر اتاق از یک ساختمان مدرسه نصب شد تا داده ها را از طریق دروازه به یک ذخیره سازی ابر ارسال کند. به طور خاص ، نویسندگان سنسورهای دیجیتال را برای جایگزینی سنسورهای آنالوگ سابق ارائه می دهند تا داده های دقیق تری را حس کنند.

رستوران ها و امکانات خرده فروشی

Kossonon و Wang یک سیستم هوشمند برای مدیریت تحویل سفارش در رستوران ها ارائه دادند. این سیستم برای حل چالش های معمول مانند تأخیر در زمان تحویل غذا و ارائه سفارشات غلط برای بهبود رضایت مشتری ارائه شده است. این سیستم از یک میز هوشمند ، صفحات دارای برچسب RFID ، یک مانیتور سفارش و یک دستگاه واگذاری تحویل تشکیل شده است که با استفاده از WLAN برای برقراری ارتباط متصل می شوند. فناوری RFID به سیستم اجازه می دهد تا سفارشات مختلف را به روشی دقیق تر شناسایی کند. با استفاده از پروتکل MQTT به جای پروتکل HTTP ، سیستم قادر است سرعت جریان اطلاعات را افزایش دهد.

سعید و همکاران یک سیستم رستوران هوشمند با استفاده از فناوری اینترنت اشیا برای افزایش کارایی و افزایش رضایت مشتری ارائه داده است. آنها بر حل و فصل مسائل از جمله یافتن فضای پارکینگ موجود ، تأخیر در نشستن ، طولانی انتظار برای تحویل غذا و ارائه سفارشات غلط تمرکز داشتند. سیستم پیشنهادی شامل یک برنامه تلفن همراه است که به مشتری امکان برقراری ارتباط با سیستم را می دهد و همچنین یک برنامه تحت وب که به کارکنان رستوران امکان ارتباط با سیستم را می دهد. در داخل سیستم ، حسگرهای مجاورت و فیبر بدون هسته نقاط پارکینگ خالی و میز موجود برای صرف غذا را شناسایی کرده و اطلاعات را از طریق برنامه برای مشتریان ارسال می کنند. برنامه وب در رستوران به کارکنان رستوران این امکان را می دهد تا سفارش مشتریان را در زمان واقعی مشاهده کرده و وضعیت سفارش را به روز کنند.

بحث و گفتگو

اینترنت اشیا فناوری برجسته ای است که ساختمانهای معمولی را با داشتن سیستم های ایمن ، انعطاف پذیر و در زمان واقعی برای دستیابی به بازده بیشتر و عملکرد بهتر در محیط های ساخته شده ، به ساختمان های هوشمند جدید منتقل می کند. اینترنت اشیا در حال حاضر فناوری ترین عنصر در ساختمانهای هوشمند است زیرا هر بخشی از این ساختمانها باید اشیا متصل را در خود داشته و تلفیق کند. مرحله انتقال از ساختمانهای معمولی به ساختمانهای جدید مورد توجه روزافزون محققان در سراسر جهان قرار گرفته است تا انواع مختلف برنامه های اینترنت اشیا را برای بهینه سازی مصرف انرژی ، بهبود مدیریت ساختمان ، افزایش عملکرد و راحتی سرنشینان ، افزایش بهره وری کار ، بهبود امنیت ، توسعه و پیاده سازی کند. ، افزایش مدیریت رویدادها و درخواست کار در امکانات رستوران و خرده فروشی ، افزایش امنیت و حفاظت ، افزایش عملکرد آموزشی و بهره وری ، بهینه سازی امکانات مراقبت های بهداشتی و غیره. سیستم های هوشمند پیشنهادی برای ساختمان های مختلف ویژگی های جدیدی ایجاد می کنند و سیاست های جدید کنترل را معرفی و تأیید می کنند تا تعهدات امنیتی را برآورده کنید. به طور خاص ، پردازش فراداده های تولید شده از طریق حسگرهای مختلف در ساختمانهای جدید نیاز به تمرین هستی شناسی حسگرها ، زیر سیستم ها و روابط متقابل دارد تا از برنامه های قابل جابجایی ، از راه دور و قابل حمل اطمینان حاصل شود. با توجه به مصرف انرژی ساختمان و آسایش سرنشینان که به عنوان اصلی ترین نگرانی در روشهای فعلی ساخت هوشمند شناخته می شوند ، اینترنت اشیا با دقت بیشتری مدلهای حرارتی را تخمین می زند تا مصرف انرژی به حداقل برسد. اینترنت اشیا همچنین بهینه سازی استفاده

از انرژی ناوگان ساختمان و مزایای آن را در توسعه سیستم های انرژی پاسخ به تقاضا امکان پذیر می کند. این در نهایت به پیشرفت شبکه هوشمند از منظر اقتصاد کلان کمک می کند. علاوه بر این ، اینترنت اشیا در سنجش میزان اشغال و شناسایی فعالیت نیز سودمند است. این سیستم های روشنایی هوشمند ساختمان مبتنی بر IoT و ردیابی مصرف انرژی سرنشینان ، به ویژه در ساختمان های تجاری را امکان پذیر می کند. قابل توجه است که ساختمانهای اینترنت اشیا نیاز به سفارشی سازی بر اساس مجموعه ای از نیازهای خاص تعریف شده توسط محیط و ساکنان آنها دارند ، که اهمیت سطح خاصی از دانش زمینه ای را در توسعه سیستم های اینترنت اشیا برجسته می کند. بعلاوه ، فعالیتهایی مانند شوخی با وسایل نقلیه و استفاده از راه دور از لوازم خانگی از طریق اینترنت اشیا قابل انجام است. در مورد بهره برداری و نگهداری ساختمان (به ویژه برای ساختمانهای مراقبت های بهداشتی) ، مدیریت امکانات هدف اصلی ساختمانهای اینترنت اشیا است که کلیه فعالیتهای سازمانی را برای اطمینان از بالاترین سطح خدمات موثر و کارآمد برای مشتریان و همچنین نگهداری به موقع پیشگیرانه از تجهیزات مختلف ادغام می کند. و دستگاه ها همیشه در دسترس هستند تا روند تعمیر و نگهداری را تسهیل کنند.

شکل 5 توزیع مقالات مورد مطالعه (را بر اساس سال انتشار نشان می دهد. این نشان می دهد که از سال 2016 ، میزان انتشار پیاده سازی اینترنت اشیا در محیط های ساخته شده افزایش یافته است. که از سال 2016 ، بخش ساختمانهای تجاری در مقایسه با ساختمانهای مسکونی مورد توجه بیشتری قرار گرفته است. این توجه می تواند ناشی از مصرف کل انرژی و افزایش شدت استفاده از انرژی (یعنی انرژی در واحد سطح زمین در سال) بخش تجاری (در مقایسه با بخش مسکونی) باشد. علاوه بر این ، همانطور که قبلاً ذکر شد ، بخش ساختمانهای تجاری شامل انواع مختلفی از ابعاد و نوع ساختمانها است و از تنوع بیشتری نسبت به ساختمانهای مسکونی برخوردار است. این واقعیت تعداد بیشتر انتشارات ساختمانهای تجاری را توجیه می کند. علاوه بر این ، به ویژه نیاز مداوم تحقیقات آینده در مورد اجرای اینترنت اشیا در ساختمانهای تجاری را برجسته می کند.

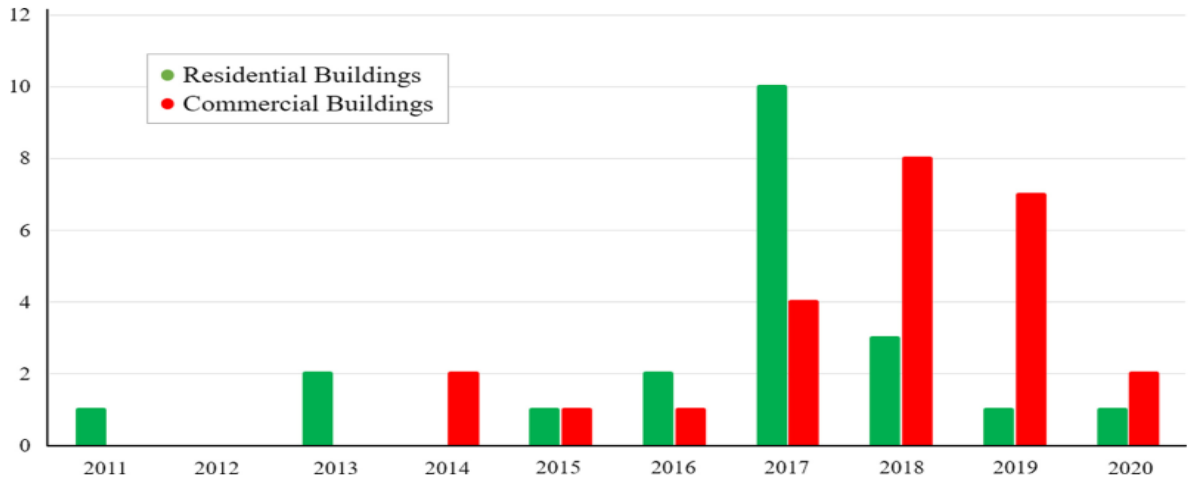

Fig. 5. Distribution of studied papers classified by publication year.

شکل 6 توزیع مقالات مورد مطالعه را بر اساس دامنه و زیر دامنه ارائه شده است. مشابه شکل 5 ، توجه بیشتر به ساختمانهای تجاری را نشان می دهد. علاوه بر این ، شکل 6 نشان می دهد که اتوماسیون امکانات بهداشتی درمانی در دو مکان مسکونی و تجاری یکی از مهمترین کمک های تحقیق حاضر است. این شکل همچنین نشان می دهد که در بخش تجاری ، تحقیقات بیشتر از مطالعات موردی ساختمانهای اداری استفاده کرده است. این بیشتر به این دلیل است که ساختمانهای اداری بزرگترین زیرمجموعه بخش تجاری هستند. علاوه بر این ، ساختمانهای اداری واقع در پردیسهای دانشگاه معمولاً بعنوان تخت آزمایش مورد استفاده قرار می گیرند زیرا این دفاتر فرصتی را برای محققان شاغل در دانشگاهها فراهم می کنند تا کنترل بیشتری بر پرونده های خود داشته و روند آسان تری برای جمع آوری داده ها داشته باشند.

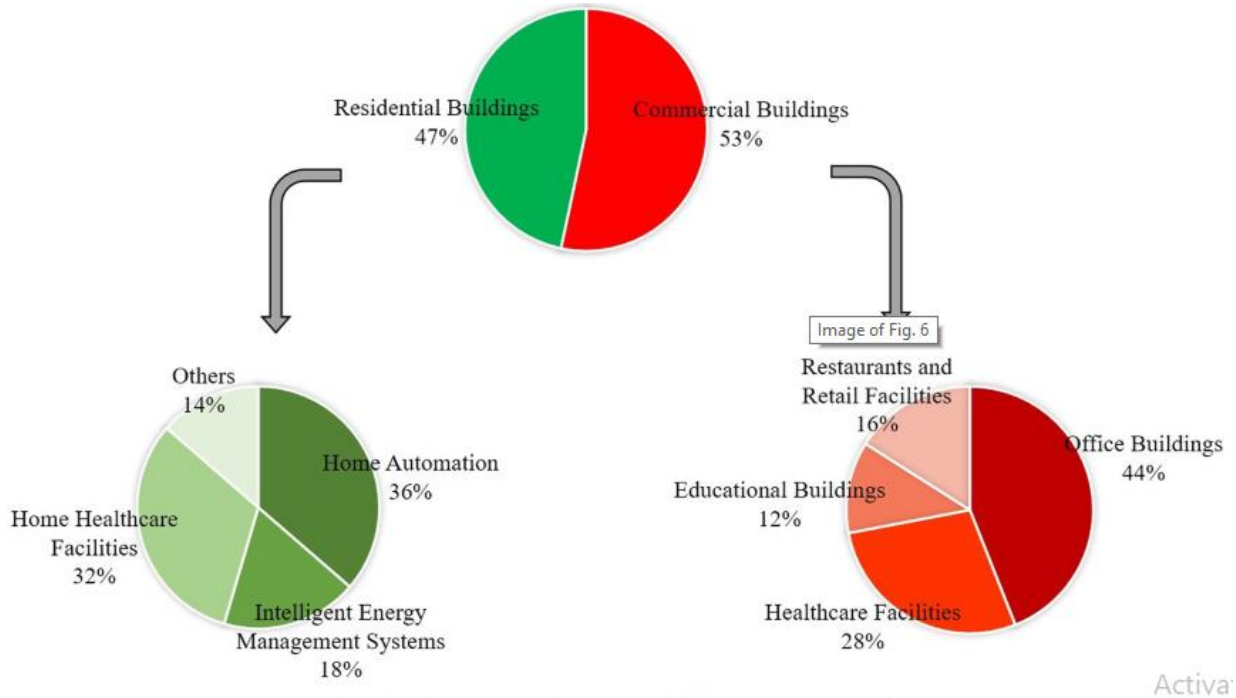

Fig. 6. Distribution of studied papers classified by domain and subdomain.

مزایا و خطرات

یک سیستم اینترنت اشیا از دستگاه های هوشمند متنوع و متعدد و برنامه های کاربردی متصل به تبادل داده از طریق اینترنت تشکیل شده است. اینترنت اشیا نحوه مدیریت فعالیت های خود را برای بهبود سطح زندگی و بهره وری در ساختمانهای مسکونی و تجاری ساده کرده است. اینترنت اشیا با وجود مزایای بیشمار ، خطرات خود را دارد ، به ویژه با دسترسی به داده های بزرگ شخصی و غیر شخصی. اینترنت اشیا دسترسی و دسترسی به داده را بسیار راحت کرده است و داده های حاصل از چندین دستگاه متصل را می توان به راحتی از طریق شبکه جمع آوری ، تجزیه و تحلیل ، گزارش و مشاهده کرد تا کارایی هر سیستم در محیط های ساخته شده بهبود یابد. با این حال ، اینترنت اشیا مورد تهدیدهای امنیتی متعددی قرار دارد که می تواند بر محرمانه بودن داده های کاربران تأثیر منفی بگذارد و عملکرد

سیستم را به خطر بیندازد. دو نمونه از این تهدیدها شامل دستیابی به اطلاعات کاربر و انتقال داده های نادرست به شبکه ها و سرورهای ساختمانی است. بیشتر دستگاه های متصل از طریق شبکه های بی سیم ارتباط برقرار می کنند و در نتیجه در برابر بدافزارها آسیب پذیر هستند. بعلاوه ، بسیاری از دستگاههای اینترنت اشیا دارای توان و پردازش کم هستند و بدین ترتیب ، آنها نمی توانند بطور مناسب سازوکارهای پیچیده امنیتی را به ویژه در ساختمانهای تجاری بزرگ حفظ کنند. بنابراین ، در نظر گرفتن برخی اقدامات برای محافظت از داده های اینترنت اشیا از دسترسی غیر مجاز مهم است.

معماری های اینترنت اشیا باز همچنین به منظور افزایش در دسترس بودن و شفافیت داده ها طراحی شده اند. اتصال چندین دستگاه و درگاه ورودی ناهمگن ، تعامل موثر ، نظارت بر وظایف و تحویل و مدیریت راه حل ها از مزایای باز بودن اینترنت اشیا است. علاوه بر این ، فناوری باز امکان توسعه و تلفیق راه حل های نوآورانه را فراهم می کند که منجر به رشد سریع و دوام اینترنت اشیا شده است. با این وجود ، به دلیل دسترسی آزاد به برنامه ها و داده های این سیستم عامل ها و چارچوب قانونی ناکافی ، موضوع قوانین و سیاست های ناکافی برای نظارت دائمی بر وظایف وجود دارد که می تواند از توسعه IoT در محیط های ساخته شده جلوگیری کند.

علاوه بر این ، استفاده از اینترنت اشیا با خاموش کردن خودکار وسایل الکتریکی متصل به ساختمان ، باعث کاهش مصرف انرژی می شود. علاوه بر این ، سنسورهای هوشمند در به دست آوردن اطلاعات دقیق در مورد محیط در زمان واقعی مفید هستند. با این حال ، در حالی که باتری های دستگاه اینترنت اشیا در مهار اتلاف انرژی مفید بوده اند ، این دستگاه ها از مقدار قابل توجهی انرژی استفاده می کنند و بر این اساس ، افزایش سرعت استقرار دستگاه های اینترنت اشیا منجر به مصرف انرژی بیشتر می شود. علاوه بر این ، دستگاه ها با باتری کار می کنند (که مواد تجزیه پذیر هستند) باعث ایجاد مشکل دیگری در ضایعات الکترونیکی می شود. این تأثیرات منفی اینترنت اشیا به عنوان یک مسئله زیست محیطی نیز باید برای تحقیقات آینده در نظر گرفته شود. در حالی که چندین روش صرفه جویی در انرژی برای کاهش مصرف انرژی و تعداد مواد قابل تجزیه ارائه شده است ، این هنوز راهی باز برای تحقیقات بیشتر است.

همانطور که گفته شد ، اتصال چندین دستگاه IoT ناهمگن در افزایش کیفیت زندگی و کارایی در ساختمان ها بسیار مفید بوده است. این روزها ، اشیا هوشمند متعدد می توانند در هر زمان و از هر مکان به یکدیگر متصل شوند تا کار سریعتر و راحت تر انجام شود. بسیاری از دستگاه های هوشمند مورد استفاده در اینترنت اشیا از نظر سازگاری ، تحرک ، توان محاسباتی ، پروتکل های ارتباطی و قابلیت های انرژی متفاوت هستند. بر این اساس ، این تنوع زیرساختی تهدیدی برای توسعه اینترنت اشیا است. اکثر دستگاهها و برنامه های اینترنت اشیا از فروشندگان ناشناخته دارای پیکربندی ها و بسته های مختلفی هستند که منجر به خطرات ناسازگاری در یک ساختمان می شود [. بنابراین ، یکی از موضوعات مورد توجه IoT در حال توسعه یک چارچوب شبکه است که ارتباط کارآمد ، قابل اعتماد و ایمن را بین اشیا he ناهمگن تقویت می کند.

اینترنت اشیا در صرفه جویی در هزینه ها و زمان در مبادله داده ها از طریق شبکه سودمند است. در زمینه هایی مانند حمل و نقل ، مراقبت های بهداشتی ، خرده فروشی ها و تولیدات افزایش سرمایه گذاری در اجرای اینترنت اشیا برای

فعالیت های خود مشاهده شده است. بررسی مقالات مربوط به کاربردهای اینترنت اشیا در ساختمانهای تجارینشان می دهد که استفاده از دستگاههای هوشمند کار را سریعتر انجام می دهد و بهره وری را افزایش می دهد ، بنابراین کارایی کلی را بهبود می بخشد. با پیشرفت در اینترنت اشیا ، وابستگی انسان به فناوری برای انجام کارهای پیش پا افتاده مانند خاموش کردن چراغ ها و بستن درها می تواند مضر باشد. بعلاوه ، از آنجا که اطلاعات شخصی کاربران در اینترنت در دسترس خواهد بود ، امکان دسترسی غیرمجاز به داده ها و پیگیری فعالیتهای کاربر برای شخص خارجی وجود دارد.

از داده های کلان تولید شده توسط اینترنت اشیا می توان برای یادگیری رفتارها و ترجیحات مشتری برای توصیه ایده های ابتکاری و خلاقانه استفاده کرد [مقدار داده های مورد استفاده در تصمیم گیری و تجزیه و تحلیل پیش بینی ، کیفیت توصیه ها را تعیین می کند. شایان ذکر است که کلان داده ها ریسک بالایی دارند. داده ها فضا را اشغال می کنند و نیاز به مدیریت مناسب دارند و بر این اساس برای ذخیره سازی و تجزیه و تحلیل داده های زیادی به زیرساخت مناسب نیاز است. تجزیه و تحلیل مقدار زیادی از داده ها پیچیدگی های خاص خود را دارد ، خصوصاً به دلیل بی نظمی و عدم قطعیت در مجموعه داده ها. بعلاوه، راه اندازی و نگهداری مراکز داده برای کلان داده ها به هزینه و تلاش نیاز دارد که می تواند از ضرر مراکز کلان داده محسوب شود.

چالش های آینده

شکل 9 عناصر اصلی یک ساختمان مسکونی / تجاری IoT را نشان می دهد که باید برای انتقال یک ساختمان به یک ساختمان هوشمند در نظر گرفته شود تا یک محیط دلپذیرتر نه تنها برای ساکنان آن بلکه برای تیم مدیریت نیز ایجاد شود. این عناصر به انواع مختلفی از داده ها نیاز دارند و بنابراین ، چالش اصلی می تواند تجزیه و تحلیل داده های بزرگ باشد که از داده های با وضوح بالا بزرگ ، متنوع و در حال تحول تولید می شود که توسط دستگاه ها و حسگرهای اینترنت اشیا ایجاد می شود. علاوه بر این ، بر اساس بررسی ادبیات ، پسماند و آب هوشمند به ندرت مورد مطالعه قرار گرفته اند و به همین دلیل ، تحقیقات آینده برای بررسی این عناصر توصیه می شود تا بتوان به یک ساختمان هوشمند کاملاً خودکار اینترنت اشیا دست یافت.

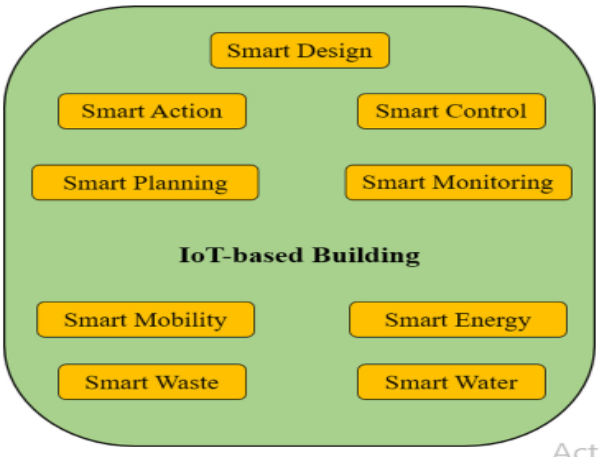

Fig. 9. Key elements of IoT building.

Activate
Go to Setti

پیشرفت فن آوری منجر به افزایش شدید تعداد دستگاه های اینترنت اشیا متصل شده است که منجر به تولید و انتقال داده های بزرگ شده است. برای افزایش انتقال داده ها بین دستگاه ها ، فن آوری های متنوع و متنوعی مورد نیاز است و این باعث افزایش پیچیدگی سیستم های اینترنت اشیا در هر نوع و اندازه ای از ساختمانهای مسکونی یا تجاری می شود.. با توجه به مسائل از جمله افزایش ذخیره اطلاعات ، فن آوری های متنوع ، حریم خصوصی و تهدیدهای امنیتی و در بیشتر موارد ، افزایش تعداد دستگاه های متصل به وجود می آید. با در نظر گرفتن این موارد ، باید معماری ها و فن آوری های مناسبی برای سیستم های اینترنت اشیا به کار گرفته شوند تا به پتانسیل کامل اینترنت اشیا دست یابند.

استفاده از معماری های باز و استاندارد که دارای فناوری های سخت افزاری مستقل و سازوکارهای منطقی هستند ، چالش اصلی در اجرای اینترنت اشیا در محیط های مسکونی و تجاری است. استاندارد سازی در معماری قابلیت همکاری بین چندین دستگاه متصل در یک ساختمان را افزایش می دهد. چارچوب اینترنت اشیا باید فن آوری های مختلفی را پشتیبانی کند که از دستگاه ها ، داده ها و شبکه های مختلف پشتیبانی می کنند تا از مدیریت تبادل داده و خدمات بی وقفه اطمینان حاصل کنند. یک سیستم اینترنت اشیا ایده آل از قابلیت های مدیریت ساده و مقیاس پذیر ، ادغام سیستم های ناهمگن و برنامه های منطقی ، تعاملات دامنه ای و برنامه های کاربرپسند و ابزارهای تجزیه و تحلیل داده پشتیبانی می کند.

چالش دیگر سیستم های اینترنت اشیا در دسترس بودن سرویس ها و شبکه ها برای دستگاه های اینترنت اشیا در ساختمان است ، زیرا کمبود آن می تواند عملکرد سیستم ها را کاهش دهد. سرویس مربوط به دستگاههای تلفن همراه و مناطق تحت پوشش آنها نیز باید در نظر گرفته شود زیرا در مکانهای مختلف این ساختمانها به طور مکرر تغییر مکان داده می شود. مشکلات در دسترس بودن برای اطمینان از در دسترس بودن برنامه ها و شبکه های اینترنت اشیا در هر زمان و در هر مکان برای دستگاه های مجاز برای جلوگیری از قطع خدمات ، مهم است. برای پرداختن به موضوعات در دسترس بودن ، نیاز به پیاده سازی سیستم نظارت مناسب، سازگاری با تحمل عیب و خود ترمیم و پروتکل های استاندارد برای بهبود استحکام سیستم IoT کلی در ساختمانهای مسکونی و تجاری وجود دارد. قابلیت اطمینان سرویس ها چالش دیگری است که به دلیل مشکلات مسیریابی در سیستم های اینترنت اشیا به وجود می آید. نیاز اصلی فرایندهای مسیریابی ، توانایی اطمینان از مقیاس پذیری ، تغییرات توپولوژی پویا و مکانیسم های امنیتی آگاهی از زمینه است.

ذخیره و پردازش داده ها از چندین دستگاه متصل ناهمگن نیز یک مسئله مهم مرتبط با اینترنت اشیا است. برای کاهش ترافیک و بهبود عملکرد سرورهای ساختمانی ، به روشهای ذخیره سازی و تجزیه و تحلیل کارآمد و مناسب (در نتیجه داده های بزرگ) نیاز است. در حال حاضر ، فناوری Cloud به دلیل قابلیت های مختلف ذخیره سازی و پردازش ، در حل این مشکل موثر شناخته شده است. با این وجود ، برخی از موارد مربوط به استقرار فناوری Cloud برای دستگاه های لبه دار است ، مانند هزینه بالای انتقال داده از طریق اینترنت ، امنیت و حریم خصوصی داده ها و مشکلات مربوط به شبکه. برای قابلیت اطمینان ، مهم است که فناوری Cloud برای پشتیبانی از اجرای مداوم چندین برنامه محاسبات پویا و الگوریتم های تکثیر وظایف برای مدیریت خرابی ، اولویت بندی درخواست ها برای اجرای سریع در زمان واقعی

و برای برآوردن مشخصات کیفی کاربران مختلف ، تقویت شده است . علاوه بر این ، پیاده سازی الگوریتم های جدید برای تمیز کردن داده های خام و استخراج اطلاعات مفید از این داده ها توصیه می شود که توسط مطالعات آینده بررسی شود.

داده های جمع آوری شده از دستگاه های سنجش و تحریک توسط کاربران (به عنوان مثال ، ساکنان ساختمان) به صورت نمودارها ، نقشه ها و انیمیشن ها از طریق رابط کاربری گرافیکی (GUI) تجسم می شوند.علاوه بر این ، در حالی که یکی از اهداف فناوری اینترنت اشیا صرفه جویی در انرژی ، دستیابی ، انتقال و ذخیره سازی داده ها و به روزرسانی های نرم افزاری از راه دور ، انرژی زیادی را مصرف می کند. به طور خاص ، ادغام دستگاه های کوچک جاسازی شده کم مصرف با یک محاسبه گسترده و قابلیت شبکه در سیستم های اینترنت اشیا یک چالش تحقیقاتی فعلی است. از دیگر چالش های تأثیرگذار بر عملکرد سیستم اینترنت اشیا می توان به منبع تغذیه قابل اعتماد برای سنسورها و دستگاه های اینترنت اشیا ، فن آوری های ذخیره سازی انرژی و انرژی کارآمد ، نیازهای انرژی برای مسیریابی داده ها و در دسترس بودن پشته ارتباطی کم قدرت اشاره کرد. به منظور بهبود عملکرد سیستم اینترنت اشیا ، نیاز به پیاده سازی رویکردهایی است که نیازهای کم مصرف را برآورده می کنند. اگرچه پیشرفت هایی در توسعه فناوری های کم مصرف وجود داشته است ، اما این حوزه هنوز یک موضوع تحقیقاتی باز برای محققان این منطقه است.

نتیجه گیری

هنر رویکردهای اینترنت اشیا در ساختمانهای مسکونی و تجاری رویکردهای مختلفی را ارائه داده است که یک تخته پرش جالب برای تحقیقات آینده در این حوزه ارائه می دهد. در حالی که اینترنت اشیا از پتانسیل عظیمی برخوردار است ، که اگر با موفقیت به کار گرفته شود، می تواند به نفع انسان ها باشد ، چندین مسئله وجود دارد که باید برای دستیابی به توسعه کلی این فناوری مورد توجه قرار گیرند. هنوز هیچ چارچوب جامع مبتنی بر اینترنت اشیا وجود ندارد که تمام مولفه ها، فناوری ها و استانداردهای لازم برای ساخت اینترنت اشیا را در خود ادغام کند. علاوه بر این ، فناوری های جدید مبتنی بر اینترنت اشیا مسائل و چالش های جدیدی را به همراه دارند که می توانند به فناوری های کنونی اضافه شوند. به طور خاص، سازگاری یک فن آوری جدید با فن آوری های موجود در یک ساختمان باید قبل از استفاده از فن آوری جدید بررسی شود، در غیر این صورت می تواند عملکرد فن آوری های موجود را مختل کند. بعلاوه، ساختمان‌های تجاری در مقایسه با ساختمانهای مسکونی بیشتر مورد توجه قرار گرفته اند. به طور خاص ، فضاهای اداری یک بستر آزمون مطمئن برای تحقیقات ساختمان تجاری ارائه می دهند و بنابراین رایج ترین نقطه بحث برای بخش تجاری هستند. بنابراین، بخش‌های تجاری بعدی توصیه می شود تا در تحقیقات در مورد این محیطهای تجاری خاص تأکید کنند. در مورد مطالعات آینده، این مقاله چندین تحقیق را معرفی کرده است ، به ویژه یک خط آینده جذاب مربوط به ادغام اینترنت اشیا با فناوری نانو برای ساخت یک ساختمان هوشمند با قابلیت ها و ویژگی های سازگار با محیط زیست است. علاوه بر این ، به منظور دستیابی کامل به مزایای فن آوری اینترنت اشیا ، به تحقیقات آینده برای پذیرفتن کامل خدمات Cloud و راه های جدید اتصال نیاز است.