

بررسی چالش‌های کلیدی استفاده از اینترنت اشیاء

فرحناز سعیدی^۱

امیرحسین خاطری^۲

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۰۹/۰۱ تاریخ چاپ: ۱۴۰۰/۱۰/۰۱

چکیده

این پروژه تحقیقاتی با هدف تعریف، تحلیل و بررسی چالش‌های کلیدی استفاده از اینترنت اشیاء انجام گرفته است. این پژوهش از نظر هدف، کاربردی بوده و فرایند اجرا به این شکل است که، بعد از مرور ادبیات در حیطه موضوع پژوهش، چالش‌های مطرح در پیاده سازی اینترنت اشیاء، شناسایی شد و چالش پیشنهادی تحقیق مطرح گردید. انواع مشکلات و چالش‌ها در زمینه اینترنت اشیاء، از جمله چالش امنیت و حریم خصوصی، چالش قوانین، چالش تکنولوژی، چالش فرهنگ، چالش مدل کسب و کار، چالش مدل نیروی انسانی به طور گسترده مورد بحث قرار می‌گیرد. برای رسیدن به اهمیت، سطح بندی و ارتباطات بین چالش‌ها از روش مدلسازی ساختار تفسیری استفاده شد. در این روش ابتدا به شناسایی عناصر مرتبط با موضوع یا مساله، براساس مرور ادبیات یا تکنیک‌های دیگری مانند مصاحبه و غیره انجام شد و همچنین در این پژوهش برخی چالش‌های پیاده سازی اینترنت اشیاء، براساس مرور ادبیات مشخص شدند. نتایج نشان داد که چالش نیروی انسانی و تکنولوژی در سطح اول، چالش امنیت و حریم خصوصی، قوانین و فرهنگی در سطح دوم و چالش کسب و کار در سطح سوم قرار گرفتند.

واژگان کلیدی

اینترنت اشیاء، چالش‌های اینترنت اشیاء، امنیت و حریم خصوصی، تکنولوژی

^۱ کارشناس ارشد فناوری اطلاعات شبکه های کامپیوتری، دانشگاه آزاد اسلامی واحد بوشهر، بوشهر، ایران.

(FA.SAEIDI@CHMAIL.IR)

^۲ کارشناس نرم افزار کامپیوتر، مدرس دوره های برنامه نویسی و وب سایت، بوشهر. (Khateri.amirhossein@yahoo.com)

مقدمه

اینترنت اشیا پدیده ایست که به طور فزاینده‌ای در برنامه‌های کاربردی روزمره زندگی انسان مانند اتوماسیون خانگی، نظارت بر ترافیک، مراقبت‌های بهداشتی، نظارت بر محیط زیست و غیره حضور دارد. در واقع می‌توان گفت اینترنت اشیا شبکه‌ای از اشیاء فیزیکی تعبیه شده با قطعات الکترونیکی، نرم افزار، سنسورها و اتصالات (مانند لامپ‌ها، لوازم الکترونیکی، نرم‌افزار، سنسورها و حتی کفش‌ها) است. تا آن‌ها توسط تبادل اطلاعات با تولیدکننده، اپراتور و یا دستگاه‌های دیگر قادر به ارائه ارزش و خدمات بیشتر باشند. هر کدام از اعضاء اینترنت اشیا به تنهایی توسط سیستم تعبیه شده در آن، قادر به شناسایی است و همچنین می‌تواند با زیر ساخت اینترنت موجود نیز تعامل داشته باشد (آخوندزاده و همکاران، ۲۰۱۶). اینترنت اشیا این دستگاه‌ها را تبدیل می‌کند به ابزارهای قابل پیگیری، قابل مونتور و کنترل از طریق شبکه‌های رایانه‌ای (یا اینترنت). در واقع می‌توان گفت که دستگاه‌ها و کاربردهایی که در حوزه اینترنت اشیا قرار می‌گیرند دارای ۳ بخش زیر هستند:

۱- گرفتن داده‌ها از دستگاه ۲- ارسال داده‌ها بر روی شبکه ۳- انجام عملیات بر اساس هوشمندی گردآوری شده

اینترنت اشیا مفهومی محاسباتی است برای توصیف آینده‌ای که در آن اشیای فیزیکی یکی پس از دیگری به اینترنت وصل می‌شوند و با اشیای دیگر در ارتباط قرار می‌گیرند. در این تکنولوژی به هر چیز یک شناسه ID منحصر به فرد و همچنین یک IP تعلق می‌گیرد که بتواند داده‌ها را برای پایگاه داده مشخص شده ارسال کنند (مک ری، الیس، کنت، ۲۰۱۸).

امروزه با افزایش رشد اینترنت و دستگاه‌های هوشمند، توجه زیادی به مبحث اینترنت اشیا یا اینترنت ابزارها^۲ یا IOT می‌شود. این تکنولوژی عبارت است از شبکه‌ای از ابزارهای فیزیکی به همراه تجهیزات الکترونیکی که اجازه می‌دهد دستگاه‌ها با یکدیگر، با سازنده‌ها و با شبکه‌های کامپیوتری ارتباط داشته باشند. اینترنت اشیا اجازه می‌دهد که به کمک شبکه‌های موجود از راه دور به اشیاء مختلف دسترسی داشت و آن‌ها را کنترل کرد که این کار می‌تواند منجر به افزایش کارایی، دقت و کاهش هزینه خواهد شد (لی لی و همکاران، ۲۰۱۹).

بنابراین در راستای عملکرد موفق اینترنت اشیا متغیرهای بسیاری ایفای نقش می‌کنند، در این راستا عناصری مانند چالش امنیت و حریم خصوصی، چالش قوانین، چالش تکنولوژی، چالش فرهنگ، چالش مدل کسب و کار، چالش مدل نیروی انسانی و موارد دیگر مهم‌ترین نقش را در گسترش بستر اینترنت اشیا دارند. فناوری‌های اینترنت اشیا در حوزه های صنعت و بهداشت تا اندازه‌های خوبی توسعه یافته‌اند و این موجب می‌شود تا انتشار این فناوری و پذیرش آن در میان مردم راحت‌تر و سریع‌تر شود و در نتیجه مزایای بهتری برای جوامع بشری در پی داشته باشد، باید عنوان کرد که اینترنت اشیا در حوزه‌های حمل و نقل و دیگر حوزه‌ها مانند شهر هوشمند، با سرعتی که در دیگر حوزه‌ها اشاره شده، توسعه پیدا نکرده است. بستر اینترنت اشیا بر امواج رادیویی بی‌سیم قرار داده شده که به دستگاه‌های مختلف این امکان را می‌دهند تا از طریق اینترنت با یکدیگر به برقراری ارتباط بپردازند.

¹ A. Akhunzada, A. Gani, N. B. Anuar, A. Abdelaziz, M. K. Khan, A. Hayat, et al

² McRae, L., Ellis, K., & Kent, M

³ Internet of Things

⁴ Lei, Lei, et al

به عبارت دیگر ایده طراحی دستگاههای مختلف با امکان برقراری ارتباط بیسیم به منظور رهگیری و کنترل از طریق اینترنت و یا حتی یک برنامه ساده مخصوص گوشی های هوشمند، اصطلاح اینترنت اشیاء را توصیف می کند. به عنوان مثال بهره گیری از این شیوه باعث می شود یک جارو برقی بتواند در زمان مشخصی فعال شده، محل تعیین شده از قبل را نظافت کرده و سپس مجدداً خاموش شود (لی، داخو و ژائو^۵، ۲۰۱۵).

بنابراین با توجه به نقش و اهمیت موضوع اینترنت اشیاء، از نفوذ روز افزون و تاثیرگذار فراینده فناوری اطلاعات بر زندگی روزمره است امروزه بحث های زیادی درمورد اینترنت اشیاء صورت گرفته است، نکته کلیدی که در مورد اینترنت اشیاء وجود دارد این است که به ما کمک می کند تا از منابع خود موثرتر استفاده کنیم، منابع و انرژی کمتری را هدر دهیم، با دقت بیشتری منابع خود را مدیریت کنیم و با کمک اطلاعات و فناوری موثرتر ارتباط برقرار کنیم. همانطور که می دانیم هر روزه ماشین های جدید و سامانه های آنلاین جدید اطلاعات زیادی را به سامانه های اطلاعاتی مرکزی ارسال می نمایند اینترنت اشیاء در حوزه های مختلفی مثل کشاورزی، پزشکی، صنعت و در راهنمایی رانندگی قابل استفاده است. بحثی که بسیار مهم است بحث امنیت و مدیریت کلان داده های تولیدشده هست، در زمان حاضر شبکه های بی سیم، شبکه محلی و شبکه های سلولی به عنوان بسترهای ارتباطی در نظر گرفته می شود.

این تحقیق بصورت موردی به مطالعه در زمینه اینترنت اشیاء می پردازد، از آنجا که در اینترنت اشیاء مشکلاتی وجود دارد که ازجمله آن به داده عظیم تولیدشده و مدیریت آن می توان اشاره کرد. در این پژوهش به بررسی چالش های پیشروی اینترنت اشیاء پرداخته شده است. دردنیای مدرن امروز فناوری اطلاعات، مقوله اینترنت اشیاء اهمیت و ویژگی زیادی برخوردار است. این فناوری دارای مزایای زیادی مانند کاهش هزینه و صرفه جویی در وقت و هوشمند شدن اشیاء است. همچنین در زمینه های مختلف مثل پزشکی و کشاورزی قابل استفاده است. از بزرگترین معایب و چالش های پیش روی این فناوری امنیت و مقوله کلان داده است. در اینترنت اشیاء، هر دستگاه متصل می تواند یک درگاه احتمالی به زیرساخت اینترنت اشیاء یا داده های شخصی باشد. از آنجا که توسعه اینترنت اشیاء در آینده بسیار زیاد خواهد بود در کنار این توسعه مشکلات و چالش هایی وجود خواهد داشت، این مقاله، به بررسی اینترنت اشیاء، مزایا و چالش های پیشروی آن و معرفی برخی راه حل ها با این چالش ها پرداخته شده است. همچنین، با توجه به چالش های کلیدی، جمع بندی کلی جهت مقابله با این چالش ها پرداخته شده است.

مژگان ابراهیم زاده، سیده راضیه ملک حسینی (۱۳۹۶)، در پژوهش خود بیان کرد که اینترنت اشیاء مدلی است که در آن اشیاء روزمره به شناسایی، سنجش، شبکه و پردازش مجهز می شوند که به آن ها اجازه می دهد با یکدیگر و با دیگر دستگاه ها و خدمات از طریق اینترنت برای به انجام رساندن هدفی ارتباط برقرار کنند. در نهایت، دستگاه های اینترنت اشیاء در هر زمان، هر مکان و برای هر چیز در دسترس هستند و محیط را هوشمند می کنند. این پژوهش در مورد وضعیت فعلی پژوهش بر روی اینترنت اشیاء با بررسی متون علمی، شناسایی روند فعلی، توصیف چالش هایی که نفوذ در اینترنت شیء را تهدید می کند ارائه مسائل تحقیقاتی باز و جهت گیری های آینده گزارش می دهد.

مانده عباس زاده، حمید رضا رضوان (۱۳۹۶)، در پژوهش خود بیان کرد که اینترنت اشیاء، تکنولوژی روبه رشدی است که بیش از ۵۰ میلیارد دستگاه متصل به یکدیگر را شامل شده و همینطور برنامه های مختلف مانند خدمات بهداشت و درمان، حمل و نقل، انرژی، بررسی تغییرات هوا و... را کنترل می کند، اینترنت اشیاء به طور مستقیم با جریان عظیمی از

⁵ Li, S., Da Xu, L., & Zhao, S

داده ها در ارتباط است که نیاز به پردازش و تحلیل بلادرنگ و آنی دارند و این زمینه ساز ایجاد بستر و دانش مناسب برای ذخیره سازی و تحلیل داده های عظیم در راستای استفاده از تکنولوژی اینترنت اشیا می باشد. چالش داده های عظیم به عنوان یکی از چالش های اصلی پیش روی این تکنولوژی می باشد که با گسترش آن هر روز بر اهمیت آن افزوده می شود. در این مقاله به بررسی داده های حجیم به عنوان چالش اینترنت اشیا و راه حل های رفع آن شد.

ساره السادات زراعتی اصفهانی، دکتر بهرنگ برکتین (۱۳۹۶)، در پژوهش خود بیان کرد که اینترنت اشیا به عنوان یک عنوان و موضوع تحقیقی مهم تلقی شده، همچنین بیان کرد که نیاز به گسترش مقیاسهای بزرگ IOT با توجه به اهمیت امنیتی آن به سرعت رو به افزایش است. آنها در مطالعه خود بر خطرات ناشی از امنیت صنعت اینترنت اشیا، آسیب پذیریهای ناشی از انجام مطالعه وسیع کارهای موجود در بخش امنیت IOT متمرکز شده است و در ادامه چالشهای قابل اجرای امنیتی در IOT را بیان کردند و راه حل های ممکن جهت بهبود پیکربندی امنیتی IOT را پیشنهاد دادند.

عرب و اشرف زاده (۱۳۹۵)، در پژوهش خود بیان کرد که برای فناوری اینترنت اشیا کاربردهای بسیاری را می توان متصور شد که فقط تعدادی از این کاربردها عملیاتی شده اند. در آینده نه چندان دور بسیاری از کاربردهای اینترنت اشیا در خانه های هوشمند، کارخانه های هوشمند، مزارع هوشمند، ادارات هوشمند، سیستم حمل و نقل هوشمند، بیمارستانهای هوشمند، محیطهای یادگیری هوشمند و غیره به کار گرفته خواهند شد.

کانتی، دهقان تنها، فرانک و واتسون^۶ (۲۰۱۸)، با توجه به مقیاس وسیع بستر اینترنت اشیا، چالش امنیت و حریم خصوصی در مقایسه با سایر چالش های اینترنت اشیا، مهمتر است.

لوترا، گارگ، منگل و بروال^۷ (۲۰۱۸) برای اینکه بستر اینترنت اشیا با موفقیت راه اندازی شود، باید نقش امنیت و حریم خصوصی به صورت جدی مورد توجه قرار گیرد. وقتی میلیاردها شیء به هم متصل می شوند، برای حفاظت از اطلاعات، اشتراک گذاری داده ها بر روی رسانه انتقال اینترنت اشیا و حفظ حریم خصوصی افراد، به مکانیزم های امنیتی دقیق نیاز است.

زارپلو، میانی، کاواکانی و آلوارنجا (۲۰۱۷)، در پژوهش خود بیان کرد که در کنار توسعه اینترنت اشیا، مسایل امنیتی نظیر حریم خصوصی، کنترل دسترسی، برقراری ارتباط امن و امنیت داده های ذخیره شده ظهور کرده است. بورجیا و همکاران^۸ (۲۰۱۶) در پژوهش خود بیان کردند که IOT نیازمند ارائه مشکلات مربوط به محیط های کاربردی IOT مانند ارتباطات زمان واقعی، حضور توأم حسگر و محرک و طبیعتا ناهمگن توزیع شده IOT می باشد. گروه های تحقیقاتی مختلف، روش تامین شبکه حسگر و محرک و طبیعتا ناهمگن توزیع شده IOT می باشد. گروه های تحقیقاتی مختلف، روش تامین شبکه حسگر بی سیم (WSN) که جزئی اصلی برای پیشرفت وسایل محدود در IOT است را مورد بررسی قرار می دهند.

گیرتا، بالزبامانیام و کنتی (۲۰۱۶) در پژوهش خود بیان کرد که رشد سریع ابزارها و سرویس های اینترنت اشیا، باعث توسعه بسیاری از گره های آسیب پذیر و ناامن شده است.

^۶ Conti, Dehghantanha, Franke & Watson

^۷ Luthra, Garg, Mangla & Berwal

^۸ Borgia, Gomes, Lage, Lea and Puccinelli

براساس، گزارش گارتنر در سال (۲۰۱۵)، اینترنت اشیاء یکی از مقوله‌هایی است که در آینده، بسیار مورد توجه خواهد بود. در بسیاری از کشورها، اینترنت اشیاء به عنوان فناوری پیشرو محسوب می‌شود که روی آن سرمایه‌گذاری شده است.

با توجه به توضیحات ارائه شده، ضرورت و اهمیت فناوری‌های نوظهور از جمله اینترنت اشیاء مشخص شده و پیش‌بینی می‌شود که توسعه اینترنت اشیاء در آینده بسیار زیاد خواهد بود و در کنار این توسعه‌ها چالش‌هایی مطرح می‌شود که توجه به این چالش‌ها را می‌توان به عنوان اولین گام در نظر گرفت؛ بر این اساس، در این مقاله به اهداف زیر توجه شده است:

-شناسایی چالش‌های موجود در پیاده‌سازی اینترنت اشیاء

-درک و تشخیص روابط بین چالش‌های شناسایی شده

برای بدست آوردن روابط بین چالش‌ها از روش مدلسازی ساختار تفسیری استفاده شده که در بخش بعدی، مفاهیم و چالش‌های اینترنت اشیاء، مرور شده است.

روش تحقیق

از آنجا که این پژوهش یک مقاله مروری می‌باشد از راه‌های مختلفی برای شرح و تجزیه و تحلیل داده‌ها استفاده شد و همچنین محقق مقاله‌ها را بر اساس شاخص‌های مختلفی تقسیم‌بندی کرده است که همین کار باعث شد که پژوهشگر امکان مقایسه میان پژوهش‌های مورد بررسی را فراهم آورد و به تبع آن باعث شده که پژوهشگر بتواند از پژوهش‌های مرتبط یا غیر مرتبط با هم نتیجه‌گیری و مقایسه تطبیقی به عمل آورد. در این زمینه برای انتخاب مستندات مورد استفاده ابتدا عناوین یافت شده توسط موتور جستجو از نظر ارتباط موضوعی بررسی گردید و سپس مطالب یافت شده در چهار گروه درگاه اینترنتی، کتاب، مقاله و راهنمای مقاله نویسی تقسیم شدند و مورد تحلیل قرار گرفتند. معیار انتخاب درگاه‌های اینترنتی ارتباط موضوعی بوده است. بعد از بررسی مواردی که کاملتر از بقیه بود، به عنوان مرجع مورد استفاده، انتخاب شدند. در خصوص کتابها معیار انتخاب ارتباط موضوعی و در دسترس بودن آنها بود. مقالات بعد از بررسی عنوان در مرحله بعد، از نظر ارتباط چکیده با هدف مورد نظر، ارزیابی شدند و موارد منتخب به طور کامل مطالعه و نهایی شدند.

از آنجا که هدف اصلی این پژوهش شناسایی چالش‌های موجود در پیاده‌سازی اینترنت اشیاء بوده، برای کمی کردن میزان تاثیر هر کدام از چالش‌ها بر روی چالش‌های دیگر و رعایت مفهوم تفسیری بودن روش ISM (درک و شناخت روابط بین عناصر) از نظرات خبرگان در زمینه موضوع پژوهش استفاده شده است. همچنین برای جمع‌آوری نظرات خبرگان، پرسشنامه‌ای برای بررسی ارتباط بین عناصر طراحی و برای ۱۱ نفر از خبرگان موضوع ارسال گردید که در نهایت پنج نفر خبره که سه نفر از دانشگاه‌ها و دو نفر از صنعت، با سابقه کار بالای ۷ سال بودند، موافقت کردند که پرسشنامه را تکمیل کنند. بدین صورت که خبرگان نظرات خود را در مورد شدت تاثیر چالش‌ها بر روی یکدیگر، مشخص کرده‌اند.

برای رسیدن به مدل ساختاریافته از چالش‌ها (عناصر مساله) طبق روش ISM ابتدا به شناسایی عناصر مرتبط با موضوع یا مساله، براساس مرور ادبیات یا تکنیک‌های دیگری مانند مصاحبه و غیره انجام شد و همچنین در این پژوهش برخی چالش‌های پیاده‌سازی اینترنت اشیاء، براساس مرور ادبیات مشخص شدند؛ که این مراحل شامل تشکیل ماتریس

دستیابی اولیه برای مشخص کردن روابط بین هر جفت از عناصر، تشکیل ماتریس دستیابی نهایی که روابط تعدی بین عناصر (برای مثال اگر عنصر A مرتبط با عنصر B باشد و همچنین عنصر B مرتبط با عنصر C باشد، آنگاه A مرتبط با C است)، ترسیم گراف ارتباطات براساس اطلاعات ماتریس دستیابی و سطوح عناصر و همچنین نتیجه حاصل از گراف، از طریق جایگزینی عناصر با جملات به یک خروجی ISM تبدیل شد و در نهایت بررسی مدل ISM برای بررسی مفاهیم و ایجاد تغییرات لازم انجام گرفت.

جدول ۱. تبدیل متغیرهای زبانی به اعداد کمی

عبارت کلامی	مقدار عددی مربوطه
تأثیر ندارد	۰
تأثیر کم دارد	۱
تأثیر دارد	۲
تأثیر نسبتاً زیادی دارد	۳
به شدت تأثیر دارد	۴

بررسی ادبیات

اینترنت اشیاء

اخیراً، اینترنت اشیا و یادگیری ماشین یک دیدگاه جهانی دیگر از نوآوری داده‌ها برای ایجاد یک ساختار جهانی مستحکم با یکپارچه‌سازی انواع "اشیاء" فیزیکی و مجازی با توسعه و سنسورهای در حال ظهور ایجاد کرده‌اند. عبارت IOT در طیف وسیعی از سنسورها، از جمله کنترل‌کننده‌ها، برنامه‌های GPS و تلفنهای همراه، برای پوشش همه نوع "چیزها" به کار گرفته شده است (چی و همکاران^۹، ۲۰۱۷). ادغام مداوم در یک مرحله مرتبط با اینترنت و تجهیزات پشتیبان این سنسورها، طیف وسیعی از نگرانیهای اکتشافی را از مهندسی چارچوب و پردازش و پیاده‌سازی دانش به وجود آورده است. امروزه در تعداد زیادی از کنترلرهای علمی و مکانیکی، به ویژه در خدمات پزشکی، نوآوری IOT گامهای سریعی در تحقیقات چند رشته‌ای برداشته است (یداو و جداو^{۱۰}، ۲۰۱۹).

اینترنت اشیا، یا اینترنت چیزها (Internet of Things) یک پارادایم نسبتاً جدید است که در سناریوهای ارتباطات بی‌سیم و مدرن به سرعت در حال رشد است. ایده اصلی این مفهوم، حضور فراگیر انواع اشیاء در اطراف ما است، از جمله تگ‌های RFID، سنسورها، محرک‌ها، تلفن‌های همراه و غیره - که از طریق طرح‌های آدرس‌دهی منحصر به فرد قادر هستند با برقراری ارتباط با یکدیگر و همکاری برای دستیابی به اهداف مشترک هماهنگ شوند. عبارت اینترنت اشیا، نخستین بار در ۱۹۹۹ میلادی توسط کوین اشتون بریتانیایی معرفی شد. اشتون این مفهوم را در قالب دنیایی که در آن هر چیز و هر شی‌ای، دارای هویت دیجیتال باشد و کامپیوترها آن‌ها را کنترل و مدیریت نمایند، مطرح نمود. در پارادایم اینترنت اشیا (IOT)، بسیاری از اشیاء که ما را احاطه کرده‌اند، در یک یا چند فرم در شبکه قرار می‌گیرند. فناوری‌های شبکه حسگر، برای برآورده ساختن این چالش جدید که در آن سیستم‌های اطلاعاتی و ارتباطی نامرئی در

⁹ Qi et al

¹⁰ Yadav and Jadhav

محیط اطراف ما جاسازی شده است، افزایش می یابد. این امر باعث تولید مقدار زیادی اطلاعاتی می شود که باید در قالب یکپارچه، کارآمد و به راحتی قابل تفسیر، ذخیره، پردازش و ارائه شوند.

کاربردهای اینترنت اشیا

بدون شک، قدرت اصلی اینترنت اشیا تأثیر بالایی است که در جنبه های مختلف زندگی روزمره و رفتار کاربران بالقوه می تواند داشته باشد. از دیدگاه یک کاربر، کاربردهای IoT در هر دو زمینه کسب و کار و زندگی شخصی قابل مشاهده خواهد بود.

در زمینه کاربردهای روزمره و شخصی، راحتی در سبک زندگی، سلامت، یادگیری پیشرفته، سرگرمی، کاهش هزینه های انرژی تنها برخی از سناریوهای کاربردی ممکن است که پارادایم جدید نقش مهمی در آینده ای نزدیک دارد. به طور مشابه، از منظر کاربران کسب و کار، تسهیل مواردی نظیر اتوماسیون و تولید صنعتی، تدارکات، مدیریت کسب و کار / فرآیند، کاربردهای پزشکی، حوزه سلامت، امنیت و حمل و نقل هوشمند مردم و کالاها قابل مشاهده است.

خودروهای هوشمند

خودروهای هوشمند می توانند به ایمنی و امنیت سرنشینان کمک کنند. این ماشین ها اطلاعات مربوط به شرایط جاده ای، ترافیکی و سایر موانع را در اختیار راننده قرار می دهند. سنسورهای تعبیه شده در خودروها، به شناسایی محیط اطراف و موقعیت یابی کمک می کند. اپلیکیشن های ارتباطی می توانند در صورت سانحه، با مراکز اورژانس طور خودکار تماس بگیرند و همچنین تعمیرات و نگهداری وسایل نقلیه که راهی پیشگیرانه برای تأمین امنیت خودرو است، به خوبی از خرابی های ناگهانی و هزینه های غیرمنتظره جلوگیری کند.

محافظت از محیط زیست

IOT می تواند به طور گسترده بر حفظ محیط زیست تأثیرگذار باشد. افزایش بهره وری تولید از طریق اینترنت اشیا به کاهش مصرف انرژی کمک می کند و کلان داده ها با کمک سیستم های نظارتی، اطلاعات ارزشمندی از محیط هایی که بر سلامت ما تأثیر گذارند فراهم می آورند. IOT روش های خلاقانه ای برای کنترل جنبه های مختلف حفاظت از محیط، تغییرات آب و هوایی و جلوگیری از شکار غیرمجاز و جنگل زدایی دارد.

اینترنت اشیا و سلامت

با ادغام IOT و زندگی، بهبود قابل توجهی در حوزه سلامت و خدمات بیمارستانی در حال وقوع است. اینترنت اشیا برای بیماران این امکان را فراهم می کند تا کنترل وضعیت را در دست بگیرند و پزشکان و کارکنان بیمارستان نیز می توانند مراقبت های مؤثری را ارائه دهند. پزشکان با جمع آوری داده های بیمار در طول اقامت در بیمارستان و یا با استفاده از سیستم های Telemedicine، دیدگاه های دقیق تری نسبت به وضعیت بدن بیمار کسب نموده و طرح های مراقبتی ویژه و تخصصی تری را برای هر بیمار ارائه دهند.

کلان داده

اینترنت اشیا مانند اقیانوسی از کلان داده ها است که می تواند به شهرها برای پیش بینی های دقیق، ارائه ی خدمات پزشکی به موقع، تعمیرات و نگهداری ماشین آلات و به کسب و کارها با ایجاد بینش از این داده ها کمک کند. با پیشرفت اینترنت اشیا و کاربردهای رو به گسترش آن، حجم داده هایی که به وسیله محرک ها و سنسورها ایجاد می شود افزایش یافته و در این امر فرصت های زیادی برای کسب و کارها فراهم خواهد ساخت.

تولید

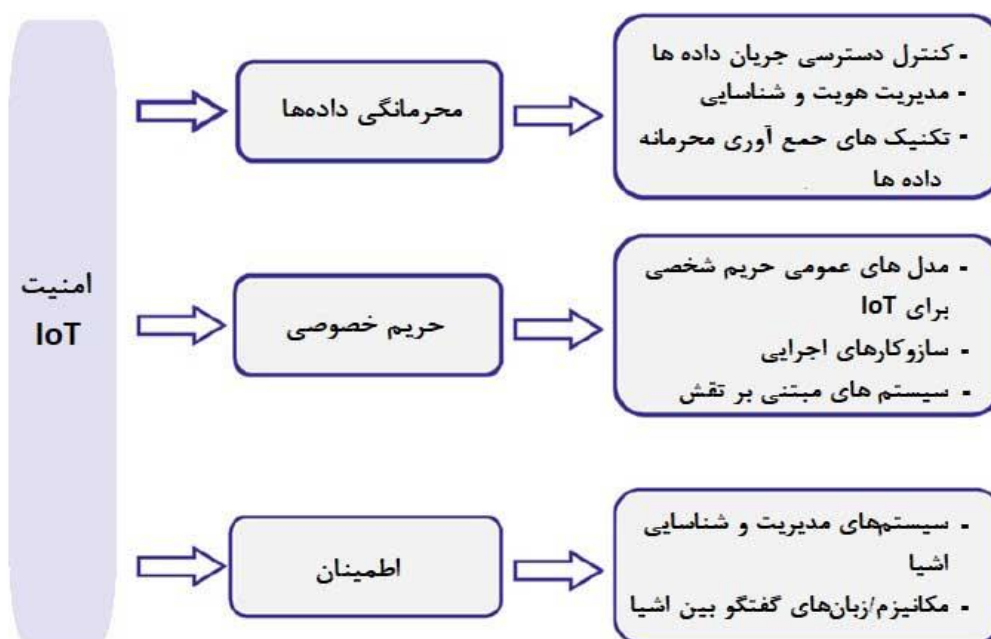
کاربرد اینترنت اشیا در تولید منجر به هزینه‌های پایین‌تر تولید و کیفیت بالاتر خواهد شد. دستگاه‌های هوشمند و سنسورها اشتباه نمی‌کنند و با دقت و بهره‌وری بالا کارهای خود را انجام می‌دهند. برای آن دسته از تولیدکنندگان که محصولات پیچیده‌ای مانند اجزای هواپیما تولید می‌کنند، اطمینان از اتصال یکپارچه اجزا بسیار حائز اهمیت است. با استفاده از تکنولوژی‌های ردیابی علاوه بر جلوگیری از هزینه‌های اضافی، به سرعت می‌توان از اشتباهاتی که در حال وقوع است جلوگیری نمود.

کشاورزی

اپلیکیشن‌های اینترنت اشیا برای پاسخگویی نیازهای بخش کشاورزی به طور روز افزون در حال پیشرفت است و منجر به فرایندهای کارآمدتر با بازدهی بیشتر می‌شوند. مثلاً جمع‌آوری داده‌ها در مورد شرایط کاشت و خاک باعث مدیریت بهتر منابع از جمله آب و کود مصرفی می‌شود؛ سیگنال‌های جی‌پی‌اس می‌توانند اطلاعات دقیق آب و هوایی را ارائه دهند که می‌تواند مورد تحلیل قرار گیرد و با سیستم‌های آبیاری و نظارتی یکپارچه شود. هواپیماهای بدون سرنشین (درن‌ها) و سنسورها می‌توانند داده‌های زمانی واقعی محصولات کشاورزی، آبیاری و دام را جمع‌آوری نموده و با سیستم‌های دیگر یکپارچه شوند.

امنیت اینترنت اشیا و خطرات مرتبط

در IOT نیز حفاظت از داده‌های کاربران بسیار مهم است. بدین منظور سیستم‌های اینترنت اشیا باید از نظر امنیتی امکان تشخیص بدافزارها یا تهدیدها را داشته باشند و پروتکل‌های امنیتی استاندارد را رعایت نمایند. در غیر این صورت کل یک سیستم می‌تواند توسط اتصال یک دستگاه غیرمجاز به خطر بیفتد. سایر ریسک‌ها و خطرات ممکن شامل حفاظت از کلان داده‌های تولید شده و داده‌های ضروری که قدرت و فواید اینترنت اشیا را افزایش می‌دهند، می‌باشد که این ضرورت را ایجاد می‌کند در لایه طراحی سیستم‌های مختلف، تمامی موارد امنیتی را لحاظ نمود.



شکل ۱. IOT در سیستم‌های مختلف امنیتی

چشم انداز اینترنت اشیا

تکامل اینترنت و پهنای باند و پروتکل‌های ارتباطی در پیشرفت IOT بسیار مهم است. هر ساله اینترنت سریع‌تر و ارزان‌تر می‌شود و علاوه بر این، دستگاه‌های دیگری با عملکرد داخلی Wi-Fi ایجاد می‌شوند و پروتکل‌های پیشرفته‌تری مانند NB-IOT برای اینترنت اشیا با سرعت بیشتر و مصرف انرژی پایین‌تری در حال توسعه است. در نتیجه، اشیا با سرعت بیشتر و ارزانتری به اینترنت متصل خواهند شد.

با توجه به (WoT (Web of Things، جریان داده‌ها از فرد به فرد، از فرد به دستگاه و از دستگاه به دستگاه وجود دارد. ارتباط دستگاه‌ها به‌طور فزاینده‌ای به اتصالات اینترنتی ختم می‌شود. در نهایت، اینترنت اشیا می‌تواند وسیله‌ای برای سود بیشتر، راحتی بیشتر و استفاده بهتر از منابع، حفظ انرژی و محیط زیست در آینده‌ای نه چندان دور باشد.

چالش‌های اینترنت اشیا

پیاده سازی اینترنت اشیا دارای چالش‌های متعددی بوده که در هر کدام از تحقیقات پیشین به جنبه‌های خاصی از این چالش‌ها توجه شده است. با توجه به مرور کارهای پیشین، برخی از دسته‌بندی‌های کلی از چالش‌های مطرح در پیاده سازی اینترنت اشیا را می‌توان به شرح زیر بیان کرد:

چالش امنیت و حریم خصوصی

یکی از چالش‌های مطرح در بحث پیاده سازی اینترنت اشیا، چالش امنیت است. این چالش در قالب مفاهیمی مانند احراز هویت، کنترل دسترسی، حریم خصوصی، معماری و ساختار امن تقسیم بندی می‌شود (کانتی، دهقان تنها، فرانک و واتسون، ۲۰۱۸). با توجه به مقیاس وسیع بستر اینترنت اشیا، چالش امنیت و حریم خصوصی در مقایسه با سایر چالش‌های اینترنت اشیا، مهمتر است (موسوی و همکاران، ۲۰۱۶). برای اینکه بستر اینترنت اشیا با موفقیت راه اندازی شود، باید نقش امنیت و حریم خصوصی به صورت جدی مورد توجه قرار گیرد. وقتی میلیاردها شیء به هم متصل می‌شوند، برای حفاظت از اطلاعات، اشتراک گذاری داده‌ها بر روی رسانه انتقال اینترنت اشیا و حفظ حریم خصوصی افراد، به مکانیزم‌های امنیتی دقیق نیاز است (لوترا، گارگ، منگل و بروال^{۱۱}، ۲۰۱۸).

چالش قوانین

وقتی یک فناوری نوپا وارد بازار و صنعت می‌شود، بحث قوانین و استانداردها در مورد آن بسیار مهم است. با توجه به این مساله که هر روز مؤلفه جدیدی به بستر اینترنت اشیا اضافه می‌شود، تقسیم بندی و تعریف استانداردها برای سازمان‌ها و استفاده از مزایا و امکانات اینترنت اشیا دشوار خواهد بود (چن و همکاران^{۱۲}، ۲۰۱۴). بنابراین، با ورود اینترنت اشیا به بازار و صنعت، چالش‌هایی در زمینه تنظیم مقررات و قوانین مناسب تحت عنوان استانداردها برآ رسیدن به هماهنگی به عنوان یک چالش مطرح شده است.

چالش تکنولوژی

اینترنت اشیا شامل طیف گسترده‌ای از فناوری‌ها و تکنولوژی‌ها می‌باشد، بنابراین، مشکلات و چالش‌های موجود در هر کدام از این فناوری‌ها و تکنولوژی‌ها می‌تواند در بدنه اینترنت اشیا نفوذ کند (محمدزاده و همکاران، ۲۰۱۸). در زمینه چالش مربوط به تکنولوژی تحقیقات متعددی انجام شده است و این چالش در قالب دسته‌های مربوط به چالش

¹¹ Luthra, Garg, Mangla & Berwal

¹² Chen et all

معماری و طراحی، نحوه آدرس دهی یکتا، ناهمگونی دستگاه ها، مدیریت اطلاعات، ساختار سخت افزاری و تحمل خطا مطرح می شود. در تحقیق دیگری، ارتباط اینترنتی ضعیف به عنوان مهمترین چالش تکنولوژی در مبحث اینترنت اشیاء معرفی شده است (رز، الدریج و چین^{۱۳}، ۲۰۱۵).

چالش فرهنگ

برای استفاده مناسب از امکانات و بستر اینترنت اشیاء، باید آموزش و فرهنگ سازی های لازم در سطح کشور انجام شود تا مردم قدرت و دانش استفاده از آن را داشته باشند (یان، ژانگ و واسیلاکس^{۱۴}، ۲۰۱۴). اگر این فرهنگ سازی و آموزش ها انجام نشود، چالشی به نام چالش فرهنگی می تواند موفقیت پیاده سازی اینترنت اشیاء را به شدت تحت تاثیر قرار دهد. در فرهنگ کشورها، اعتماد به اینترنت اشیاء، تاثیر قابل توجهی در استفاده و برقراری ارتباط کاربران با آن دارد. اگر تلاش برای اعتمادسازی و فرهنگ سازی در اینترنت اشیاء ناموفق باشد، رسیدن به توسعه سریع و پایدار مقدور نخواهد بود (ویتمور، آگاروال و ایکسیو^{۱۵}، ۲۰۱۵).

چالش مدل کسب و کار

اینترنت اشیاء می تواند بسیار از مدل های کسب و کار قدیمی را متحول کند. در این راستا وقتی سازمانی تصمیم به پیاده سازی اینترنت اشیاء دارد، لازم است یک سری تغییرات را در مدل کسب و کار خود انجام دهد و مدل کسب و کار خود را به روزرسانی کند. بنابراین، وقتی اینترنت اشیاء وارد بدنه سازمان ها می شود، سازمان ها را با چالش جدی مواجه می کند که این چالش مدل کسب و کار و حتی مدل درآمدی سازمان را تحت تاثیر قرار می دهد.

چالش مدل نیروی انسانی

در اکثر پژوهش های گذشته، چالش های مطرح به صورت جامع در نظر گرفته نشده و تمرکز اصلی کارهای پیشین بر روی چالش های محیط خارج سازمان می باشد. به نظرمی رسد برای اینکه بتوان چالش ها را با جامعیت بیشتری بررسی کرد، باید نقص عوامل محیط داخلی سازمان از جمله نیروی انسانی را به عنوان یک دسته کلی دیگر، به صورت جدی در نظر گرفت. در این بخش در مورد مفاهیم و ابعاد این چالش توضیحاتی ارائه شده است.

مدیریت نیروی انسانی به عنوان فرآیند جذب، آموزش، به کارگیری و نگهداری نیروی کار مستعد به منظور تحقق اهداف، مأموریت ها و استراتژی سازمان، تعریف می شود که ابعاد جذب، استخدام، انگیزش و حفظ نیروی انسانی، چهار بعد قابل تأمل در مدیریت نیروی انسانی سازمان می باشند. هدف از مدیریت راهبردی و توجه به نیروی انسانی، طراحی الگوی برنامه ریزی شده از فعالیت های نیروی انسانی در جهت تحقق اهداف سازمان است. مدیریت نیروی انسانی معطوف به سیاست ها، اقدامات و سیستم هایی است که رفتار، طرز فکر و عملکرد کارکنان را تحت تاثیر قرار می دهند و شاید بتوان مدیریت نیروی انسانی را به عنوان ابزاری در نظر گرفت که شرکت ها می توانند از این ابزارها برای کاهش مشکلاتی که سازمان با آن مواجه هستند، استفاده کنند.

یافته های پژوهش های پیشین نشان می دهد که وجود و استفاده از نیروی انسانی با انگیزه و ماهر به عنوان یکی از عوامل کلیدی و ارزشمند برای موفقیت سازمان ها و پروژه ها محسوب می شود. استفاده بهینه از نیروی کار در سازمان ها و

¹³ Rose, Eldridge & Chapin

¹⁴ Yan, Zhang & Vasilakos

¹⁵ Whitmore, Agarwa & Xu

پروژه ها برای رشد و دوام سازمان حیاتی است و شناخت توانایی نیروی انسانی می تواند برای سازمان و اجرای پروژه ارزش افزوده بالایی ایجاد کند.

با توجه به مفاهیم و پژوهش های پیشین در حوزه نیروی انسانی، نقش و کارکرد نیروی انسانی در سازمان و اجرای پروژه بسیار مهم است. بنابراین، در بحث پیاده سازی اینترنت اشیاء، برای اینکه سازمان به اهداف و مأموریت های خود در پیاده سازی اینترنت اشیاء نایل شود، ضروری است که مقوله نیروی انسانی و چالش های مرتبط با آن را مورد توجه قرار دهد. در حقیقت اهمیت نیروی انسانی و توجه کمتر به چالش نیروی انسانی در پژوهش های پیشین، از دلایلی بود که باعث شد، چالش نیروی انسانی به مولفه های مدل این پژوهش افزوده شود. لازم به توضیح است که قبل از اضافه شدن این مولفه به مدل، از خبرگان تحقیق با استفاده از روش مصاحبه، نظرسنجی انجام شد و آن ها نیز اضافه شدن این مولفه را منطقی و ضروری قلمداد کردند و همچنین به نظر می رسد انجام تحقیق مجزا در زمینه بررسی نقش و ابعاد نیروی انسانی دخیل در توسعه اینترنت اشیاء و چالش های این حوزه، لازم است.

روابط و ساختار ارتباطی بین چالش های موجود به صورت شکل زیر می باشد.



شکل ۲. چالش های پیاده سازی اینترنت اشیاء

یافته های پژوهش

برای بیان میزان رابطه بین چالش ها از مقادیر عددی معرفی شده در جدول ۱ استفاده شده که برای کمترین ارتباط از مقدار صفر و برای بیشترین ارتباط از مقدار ۴ استفاده شده است. براساس این قوانین، ماتریس دستیابی اولیه S که مجموع درایه های نظیر به نظیر شدت رابطه بین عناصر را از دیدگاه خبرگان نشان می دهد، به شرح جدول ۲ می باشد. برای تبدیل ماتریس S به یک ماتریس دودویی M ، از رابطه ۱ استفاده شده و ماتریس M تحت جدول ۳ آمده است. پس از اعمال روابط تعدی که در مرحله سوم روش ISM شرح داده شده است ماتریس دستیابی نهایی M^* به صورت جدول ۳ به دست آمد. لازم به توضیح است که مفهوم رابطه تعدی معادل رابطه ۲ می باشد.

جدول ۲. ماتریس دستیابی اولیه

ماتریس S	Technology	Security	Business	Legal	Cultural	human resources
Technology	۱	۶	۸	۶	۶	۸
Security	۳	۱	۸	۸	۸	۶
Business	۳	۴	۱	۵	۴	۶
Legal	۶	۸	۶	۱	۶	۴
Cultural	۴	۷	۶	۷	۱	۶
human resources	۷	۸	۶	۳	۶	۱

$$\text{Mod}(S)=6 \quad M_{ij} = \begin{cases} 1 & \text{if } S_{ij} > \text{mod}(S) \\ 0 & \text{if } S_{ij} \leq \text{mod}(S) \end{cases} \quad (1)$$

جدول ۳. ماتریس دودویی دستیابی اولیه

ماتریس M	Technology	Security	Business	Legal	Cultural	human resources
Technology	۱	0	۱	0	0	۱
Security	0	۱	۱	۱	۱	0
Business	0	0	۱	0	0	0
Legal	0	۱	0	۱	0	0
Cultural	0	۱	0	۱	۱	0
human resources	۷	۱	0	0	0	۱

$$M^* = M^k = M^{k+1} \quad k > 1 \quad k=3 \quad (2)$$

جدول ۴. ماتریس دستیابی نهایی

ماتریس M*	Technology	Security	Business	Legal	Cultural	human resources
Technology	۱	۱	۱	۱	۱	۱
Security	0	۱	۱	۱	۱	0
Business	0	0	۱	۱	0	0
Legal	0	۱	۱	۱	۱	0
Cultural	0	۱	۱	۱	۱	0
human resources	۱	۱	۱	۱	۱	۱

بعد از مشخص شدن ماتریس دستیابی نهایی، مجموعه ورودی و خروجی برای هر عنصر مشخص می شود که مجموعه ورودی $R(t_i)$ و مجموعه خروجی $A(t_i)$ تحت رابطه ۳ و ۴ تعریف می شود. برای هر عنصر، اشتراک مجموعه ورودی و خروجی، تحت عنوان مجموعه تقاطع محاسبه شده (رابطه ۵) و عنصری که مجموعه ورودی و تقاطع یکسانی دارد به عنوان عنصر سطح بالا محسوب می شود. بعد از شناسایی عنصر سطح بالا، این عنصر از بقیه عناصر جدا می شود و در حقیقت از فرایند بررسی سطوح عناصر حذف می شود و به همین روند عناصر سطوح بعدی نیز مشخص می گردد. بعد از اجرای فرایند تعیین سطوح، سطوح هر کدام از عناصر در جدول ۵ نشان داده شده است.

$$R(t_i) = \{e_i \mid M^*_{ji}=1\} \quad (3)$$

$$A(t_i) = \{e_i \mid M^*_{ij}=1\} \quad (4)$$

$$A(t_i) \cap R(t_i) = R(t_i) \quad (5)$$

جدول ۵. سطوح عناصر

عناصر	$R(t_i)$	$A(t_i)$	$R(t_i) \cap A(t_i)$	Level
۱	۱،۶	۱،۲،۳،۴،۵،۶	۱،۶	۱
۲	۱،۲،۴،۵،۶	۲،۳،۴،۵	۲،۴،۵	۱
۳	۱،۲،۳،۴،۵،۶	۳	۳	۱
۴	۱،۲،۴،۵،۶	۲،۳،۴،۵	۲،۴،۵	۱
۵	۱،۲،۴،۵،۶	۲،۳،۴،۵	۲،۴،۵	۱
۶	۱،۶	۱،۲،۳،۴،۵،۶	۱،۶	۱

نتیجه

با ورود اینترنت مسیر زندگی انسانها تغییرات بسیاری داشته که از آن جمله استفاده از دستگاههای دیجیتال و "اینترنت اشیا" می باشد. استفاده از "اینترنت اشیا" در حوزه های مختلف زندگی انسانها وارد شده است. همه ی این تکنولوژیها برای مصرف کننده و مشتری جالب به نظر می رسد. در پروژه های بزرگ اینترنت اشیا بودجه های بزرگی نیز صرف خواهند شد. کسب و کارهای بزرگ در ساختمانهای هوشمند و شهرهای هوشمند که در آنها دستگاههای اینترنت اشیا فعال شده است وجود دارند. تمامی زیرساختهای لازم برای دستگاههای اینترنت اشیا فعال شده است. هرآنچه که تصور کنید از زباله تا برق، تاکسی، خطوط تولید و دیگر دستگاهها می توانند از اینترنت اشیا استفاده کنند. سرمایه گذاری اولیه در این کسب و کار بالا خواهد بود اما با پیاده سازی این فناوری و فواید آن می توان در بازه ی زمانی بلند مدت در وقت و هزینه صرفه جویی کرد. انقلاب اینترنت اشیا در حال شروع و پیشرفت است، در طی چند سال آینده نیز پیشرفتهای چشمگیری را خواهد داشت. زمانی که ما به تجربه ی یکپارچه از اینترنت اشیا رسیدیم بسیاری از موارد جالب را تجربه کرده و همچنین در آیندهای نزدیک نوآوریهای بسیاری را از برندهای متخصص و معروف خواهیم دید. برای اجرای "اینترنت اشیا" باید چالشهای پیش رو را در نظر داشت و آنها را رفع کرد، همچنین برای اجرای شبکه "اینترنت اشیا" باید سنسورها، واسطه های ارتباطی و سرورهای مناسب طراحی و انتخاب کرد.

در ابتدا با مرور ادبیات حوزه پژوهش، برخی از چالش های موجود در پیاده سازی اینترنت اشیا شناسایی شد. در اکثر تحقیقات قبلی، تمرکز اصلی بر روی چالش های پیاده سازی اینترنت اشیا از بعد محیط خارجی بوده است. در این مقاله بررسی چالش های محیط داخل سازمان از جمله نیروی انسانی نیز پیشنهاد شد. در این مقاله تلاش شد با دخیل کردن نظرات خبرگان در مورد شدت تاثیر هر کدام از چالش ها بر دیگر چالش ها، روابط و ساختار ارتباطی بین چالش ها به صورت ساختاریافته مدل شود و درک و شناخت لازم از روابط بین چالش ها ایجاد گردد.

بعد از تحلیل نتایج، چالش پیشنهادی در سطح اول قرار گرفت و این موضوع فرض اهمیت و ضرورت در نظر داشتن چالش نیروی انسانی را از نظر تفسیری و ساختاری تایید کرد. چالش نیروی انسانی و تکنولوژی در سطح اول، چالش امنیت و حریم خصوصی، قوانین و فرهنگی در سطح دوم و چالش کسب و کار در سطح سوم قرار گرفتند. با توجه به چالش های موجود در هر سطح، ارتباطات افقی و عمودی هر کدام از چالش ها و اهمیت آن ها، قابل توضیح است. برای مثال در سطح دوم، چالش های امنیت و حریم خصوصی، قوانین فرهنگی، رابطه افقی دوطرفه دو به دو را تشکیل می دهند، در حالی که قرار گرفتن چالش کسب و کار در سطح آخر را می توان بدین صورت تحلیل کرد که، در نهایت همه چالش ها در سطوح مختلف به صورت عمودی، بر روی مدل کسب و کار سازمان، تاثیرگذار هستند و بر این اساس، باید نقش و اهمیت هر چالش بر روی مدل کسب و کار سازمان در حین پیاده سازی اینترنت اشیا در نظر گرفته شود. خروجی مقاله از این منظر مهم است که، مدیران سازمان می توانند با در نظر گرفتن چالش های مطرح در پیاده سازی اینترنت اشیا و همچنین با در نظر داشتن اهمیت، ساختار ارتباطی و روابط بین این چالش ها، قبل از پیاده سازی اینترنت اشیا، با اطلاعات و دانش کافی اقدام کنند.

منابع

۱. ساره السادات زراعتی اصفهانی، دکتر بهرنگ برکتین (۱۳۹۶)، تجزیه و تحلیل اینترنت اشیا و ارائه راهکارهای کارآمد در تکنولوژی - IOT های امنیتی، دومین کنفرانس ملی مهندسی برق.
۲. عرب، اشرف زاده، (۱۳۹۵)، اینترنت اشیا راه حل جدید در هوشمند سازی جهان پیرامون. در امیر علیدادی (ویراستار)، مرجع دانش (سیویلیکا)، مقاله منتشر شده در کنفرانس بین المللی مهندسی کامپیوتر و فناوری اطلاعات، دبیرخانه دائمی کنفرانس، ص ۴.
۳. مژگان ابراهیم زاده، سیده راضیه ملک حسینی (۱۳۹۶)، مروری بر تکنولوژی، کاربردها و چالشهای اینترنت اشیا، اولین کنفرانس بین المللی اینترنت اشیا، کاربردها و زیرساخت
۴. مائده عباس زاده، حمید رضا رضوان (۱۳۹۶)، بررسی داده های عظیم به عنوان چالش اینترنت اشیا و راه حل رفع آن، دهمین کنفرانس بین المللی انجمن ایرانی تحقیق در عملیات.
5. Akhunzada, A. Gani, N. B. Anuar, A. Abdelaziz, M. K. Khan, A. Hayat, et al., "Secure and dependable software defined networks," Journal of Network and Computer Applications, vol. 61, pp. 199-221, 2016
6. Conti, M., Dehghantanha, A., Franke, K., Watson, S. (2018). Internet of Things security and forensics Challenges and Opportunities. Future Generation Computer Systems, 78(3): 544-546.
7. Chen, S., Xu, H., Liu, D., Hu, B., Wang, H. (2014). A vision of IoT: applications, challenges, and opportunities with China perspective. IEEE Internet of Things Journal, 1(4):349-359.

8. E. Borgia, D. G. Gomes, B. Lagesse, R. J. Lea, and D. Puccinelli, "Special issue on "Internet of Things: Research challenges and Solutions"," Computer Communications, vol. 89, pp. 1-4, 2016.
9. Giaretta, A., Balasubramaniam, S., Conti, M. (2016). Security vulnerabilities and countermeasures for target localization in bio-nanthings communication networks. *IEEE Transactions on Information Forensics and Security*, 11(4): 665–676.
10. Luthra, S., Garg, D., Mangla, S.K., Berwal, Y. (2018). Analyzing challenges to Internet of Things (IoT) adoption and diffusion: An Indian context. *Procedia Computer Science*, 125: 733-739.
11. Lee, I., Lee, K. (2015). The internet of things (IoT): applications, investments, and challenges for enterprises. *Business Horizons*, 58(4): 431-440.
12. Rose, K., Eldridge, S., Chapin, L. (2015). The internet of things: an overview. *The Internet Society (ISOC)*, 1-50.
13. Li, S., Da Xu, L., & Zhao, S. (2015). The internet of things: a survey. *Information Systems Frontiers*, 17(2), 243-259.
14. Lei, Lei, et al. "Deep reinforcement learning for autonomous internet of things: Model, applications and challenges." *arXiv preprint arXiv:1907.09059* (2019).
15. Mohammadzadeh, A.K., Ghafoori, S., Mohammadian, A., Mohammadkazemi, Mahbanooei, B., Ghasemi, R. (2018). A Fuzzy Analytic Network Process (FANP) approach for prioritizing internet of things challenges in Iran. *Technology in Society*, 53: 124-134.
16. Moosavi, S.R., Gia, T.N., Nigussie, E., Rahmani, A.M., Virtanen, S., Tenhunen, H., Isoaho, J. (2016). End-to-end security scheme for mobility enabled healthcare Internet of Things. *Future Generation Computer Systems*, 64: 108-124.
17. McRae, L., Ellis, K., & Kent, M. (2018). *The Internet of Things (IoT): Education and Technology*. Curtin University.
18. Qi, J., Yang, P., Min, G., Amft, O., Dong, F., Xu, L. J. P., & Computing, M. (2017). Advanced internet of things for personalised healthcare systems: A survey. 41, 132-149.
19. Whitmore, A., Agarwal, A., Xu, L.D. (2015). The Internet of things—a survey of topics and trends. *Information Systems Frontiers*, 17(2): 261–274.
20. Yadav, S., & Jadhav, S. (2019). Machine Learning Algorithms for Disease Prediction Using IoT Environment. *International Journal of Engineering and Advanced Technology*, 8. doi:10.35940/ijeat.F8914.088619.
21. Zarpelao, B.B., Miani, R.S., Kawakani, C.T., Alvarenga, S.C. (2017). A survey of intrusion detection in Internet of Things. *Journal of Network and Computer Applications*, 84: 25–37.

Explore the key challenges of using the Internet of Things

Frahnaz Saeidi¹
Amirhossein Khateri²

Date of Receipt: 2021/11/22 Date of Issue: 2021/12/22

Abstract

This research project aims to define, analyze and examine the key challenges of using the Internet of Things. This research is applied in terms of purpose and the implementation process is such that, after reviewing the literature in the field of research, the challenges in the implementation of the Internet of Things were identified and the proposed research challenge was raised. The types of problems and challenges in the field of IoT, including the challenge of security and privacy, the challenge of law, the challenge of technology, the challenge of culture, the challenge of business model, the challenge of manpower model are widely discussed. Interpretive structure modeling was used to achieve the importance, leveling and communication between challenges. In this method, first, elements related to the subject or issue were identified based on literature review or other techniques such as interviews, etc., and also in this research, some challenges of implementing the Internet of Things were identified based on literature review. The results showed that the challenge of manpower and technology were in the first level, the challenge of security and privacy, laws and culture in the second level and the challenge of business and employment were in the third level.

Keywords

IoT, IoT Challenges, Security and Privacy, Technology

1. Master of Information Technology in Computer Networks, Azad University, Bushehr. FA.SAEIDI@CHMAIL.IR.

2. Computer software expert, instructor of programming and website courses, Bushehr. Khateri.amirhossein@yahoo.com.