اولویت بندی قابلیت های اینترنت اشیاء صنعتی در بهبود فرآیندهای سازمانی؛ ص ۵۷– ۸۶

محسن گرامی[۱]، بهنام درستکاریاقوتی[۲]، مینا رضاپناه[۳]

نوع مقاله: پژوهشی
تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۰۴/۲۳
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۰۷/۰۶

چکیده

زمینه و هدف: صنایع به کمک اینترنت اشیاء می‌تواند در افزایش تولید سهم چشم‌گیری داشته باشد. قابلیت‌های های اینترنت اشیاء صنعتی وابسته به قابلیت تجهیزات صنعتی در اتصال به شبکه است؛ با این قابلیت است که می‌توان داده جمع‌آوری و تحلیل کرد.

روش: این تحقیق به موضوع اولویت بندی قابلیت‌ها و چالش‌های پیش روی اینترنت اشیاء صنعتی پرداخته است. سئوال اساسی تحقیق عبارت است از اینکه از میان قابلیت‌های اصلی اجزای اینترنت اشیای صنعتی (هوش مصنوعی، ارتباط، حسگرها، اشتغال فعال و استفاده از تجهیزات کم)، کدام یک موثرتر و با اهمیت تر از دیگر قابلیت‌ها است و نیز از میان چالش‌های اینترنت اشیای صنعتی (امنیت، حریم شخصی، پیچیدگی، سازگاری و انعطاف پذیری، محدوده اتصال)، کدام یک موثرتر و با اهمیت تر از دیگر شاخص‌ها است. در این تحقیق پس از بررسی ادبیات تحقیق و جمع‌آوری شاخص‌ها و قابلیت‌ها ابتدا با استفاده از روش تحلیل شبکه‌ای اقدام به رتبه‌بندی و وزن‌دهی به این شاخص‌ها شده و از تکنیک تجزیه و تحلیل شبکه‌ای برای دستیابی به هدف پژوهش استفاده شده است.

یافته ها: اولویت بندی مطلوب این قابلیت‌ها و چالش‌ها، امکان پیاده سازیِ هموارتر را برای این حوزه‌ی نو و نوآور را فراهم می‌سازد. از این رو، دراین مقاله محقق به دنبال پاسخ به این پرسش است که اولویت بندی قابلیت‌های اینترنت اشیاء صنعتی در بهبود فرآیندهای سازمانی در سازمان چگونه است و نیز قابلیت‌ها، مزایا و چالش‌ها در این مقاله مورد ارزیابی قرار گرفته و جایگاه و اهمیت هر یک مشخص گردیده است.

نتیجه گیری: تایج نشان می‌دهد که شاخص امنیت از بیشترین اهمیت برخوردار است. هوش مصنوعی در اولویت دوم است. بهینه سازی فناوری در جایگاه سوم اهمیت قرار دارد.

کلمات کلیدی: اینترنت اشیاء، فرایندهای سازمانی، اولویت بندی، هوش مصنوعی

۱ عضو هیئت علمی دانشگاه علمی و کاربردی پست و مخابرات، gerami@ictfaculty.ir

۲ مدرس گروه فناوری اطلاعات- دانشگاه علوم انتظامی امین (نویسنده مسئول)، behnamdorostkar@gmail.com

۳ کارشناس ارشد دانشگاه آزاد علوم تحقیقات mina.rezapanah@gmail.com

www.SID.ir

Archive of SID

مقدمه

تا پیش از این تصور اغلب بر این بود که تنها این انسان‌ها هستند که قرار است با ابزارهایی که در اختیار دارند توسط شبکه اینترنت به هم متصل باشند و شخصا از قابلیت‌های آن بهره ببرند؛ اما بیش از یک دهه است که مفاهیم جدیدی شکل گرفته و در چند سال اخیر در قالب یک مجموعه از محصولات هوشمند به بازار راه پیدا کرده است. اکنون در مورد ایده‌ای صحبت می‌شود که بر اساس آن هر شیء فیزیکی قادر خواهد بود با اتصال به اینترنت یا به کمک سایر ابزارهای ارتباطی، با سایر اشیاء تعامل داشته باشد. اینترنت اشیاء به این معنا است که بسیاری از وسایل روزمره مورد استفاده ما با اتصال به اینترنت، وظایف و اطلاعات خود را با هم و یا با انسان ها به اشتراک بگذارند. مهمترین عامل اینترنت اشیاء، یکپارچگی چندین فناوری و راهکار ارتباطی است. فناوری‌های شناسایی و ردیابی، حسگرهای سیمی و بی‌سیم و شبکه‌های فعال، پروتکلهای افزایش ارتباط (قسمتی از نسل بعدی ارتباطات است) و هوشمندی اشیاء مهمترین قسمتهای اینترنت اشیاء هستند (خدابخشی, هادی و مطلق ارشتنابی ۱۳۹۵).

با روند رو به رشد اینترنت، فناوری اینترنت اشیاء نقش کلیدی واساسی را در این توسعه بازی خواهد کرد چرا که دو عامل مهم این عصر یعنی اطلاعات وارتباطات را برای هر موجودی (انسان، حیوان و اشیا) به علت توانایی ارسال داده از طریق شبکه ارتباطی دربستر رایانش ابری ممکن خواهد نمود یعنی با گذر زمان ارتباط با تمام موجودات میسر وآسان خواهد شد و این عامل می‌تواند بستری مطمئن را برای گسترش علم در تمام زمینه‌ها را فراهم نماید و مطمئنا سازمان‌ها وکشورهای پیشرو در این زمینه نقش کلیدی خواهند داشت و یا به عبارت دیگر قدرت وثروت را در اختیار خواهند گرفت. لذا در جهانی که رقابت حرف اول را برای بقای سازمان‌ها بازی می‌کند اهمیت و ضرورت این موضوع را دو چندان می‌کند. هدف این پژوهش رتبه بندی قابلیت‌های اینترنت اشیاء صنعتی در بهبود فرآیندهای سازمانی است. همچنین قابلیت‌ها ، مزایا و چالش‌ها نیز مورد ارزیابی قرار گرفته است. اینترنت اشیاء قابلیت تغییر دنیا را دارد همانند آنچه اینترنت انجام داد یا حتی کاری فرآتر از آن (آشتون[1]، ۲۰۰۹). تا پیش از این تصور اغلب ما این بود که تنها این انسان‌ها هستند که قرار است با ابزارهایی که در اختیار دارند توسط شبکه اینترنت به هم متصل باشند و شخصا از قابلیت های آن بهره ببرند؛ اما بیش از یک دهه است که مفاهیم جدیدی شکل گرفته و در چند سال اخیر در قالب مجموعه ای از محصولات هوشمند به بازار راه پیدا کرده است. امروزه در مورد ایده‌ای صحبت می‌کنیم که بر اساس آن هر شیء فیزیکی قادر خواهد بود با اتصال به اینترنت یا به کمک سایر ابزارهای ارتباطی، با سایر اشیاء تعامل داشته باشد. از زمان

1 Ashton

www.SID.ir

Archive of SID

ظهور مفهوم اینترنت اشیاء[1] تعاریف مختلفی از سوی محققان ارائه شده است که این امر در نتیجه پیدایش فناوری‌های زیاد و نیز دامنه های کاربردی متنوع است (گوبی[2] ، ۲۰۱۳). با افزایش روز افزون تقاضا برای محصولات و خدمات جهت ایمنی، تولید، بهره برداری و حفاظت از محیط زیست، حسگرهای متعدد و دستگاههای بی سیم در محیط های صنعتی گسترده شده اند. بر این اساس، اینترنت اشیاء در کاربردهای صنعتی توسعه داده شد و اینترنت اشیاء صنعتی نام گرفت (نوذری، ۱۳۹۶: ۱۹). در دهه اخیر ما شاهد سرعت چشم‌گیری از کاربرد فناوری در محیط‌های صنعتی هستیم. امروزه اینترنت اشیاء صنعتی راه‌حل‌های جدید را به سوی کنترل محیط‌های صنعتی گشوده است. امروزه در حوزه‌های مختلف صنعتی همچون، تولید، دارو و غذا، سوخت‌ها و... راه حل‌های اینترنت اشیاء صنعتی برای حفظ کیفیت محصولات به صورت بهینه و با افزایش قابلیت اعتماد و کارایی نیروی کار به کارگرفته شده‌اند. اینترنت اشیاء صنعتی حجم زیادی از داده‌ها را بر یک اساس روزانه جمع آوری می‌کند و تجزیه و تحلیل های مشارکتی بر پایه این حجم بالای داده که از دستگاه‌های متفاوت در زمان‌های مختلف به دست می‌آیند به افزایش کارایی و راه حل های مقرون به صرفه جهت دست‌یابی به ایمنی، کارایی بالا و تولید محصولات و خدمات صنعتی سازگار با محیط زیست ارائه می‌کند (گبوس و لوسکی[3]، ۲۰۰۹). قابلیت‌های اینترنت اشیاء صنعتی وابسته به قابلیت تجهیزات صنعتی در اتصال به شبکه است؛ با این قابلیت است که می‌توان داده جمع‌آوری و تحلیل کرد. نتایج تحلیل داده‌ها مدیران را در تصمیم‌گیری‌های کارآمدتر توانمند می‌کند و این در افزایش بازده و بهره‌وری مجموعه‌ای که مدیریت می‌کنند تاثیر بسیاری دارد.

این مقاله سعی بر آن دارد به موضوع اولویت‌بندی قابلیت‌ها و چالش‌های پیش روی اینترنت اشیاء صنعتی پرداخته و با ارائه پاسخ مناسب به این سئوالات پاسخ دهد که از میان قابلیت‌های اصلی اجزای اینترنت اشیای صنعتی (هوش مصنوعی ، ارتباط، حسگرها، اشتغال فعال و استفاده از تجهیزات کم)، کدام یک موثرتر و با اهمیت تر از دیگر قابلیت‌ها است و نیز از میان چالش‌های اینترنت اشیای صنعتی (امنیت، حریم شخصی، پیچیدگی، سازگاری و انعطاف پذیری، محدوه اتصال)، کدام یک موثرتر و با اهمیت‌تر از دیگر شاخص ها است و نیز اولویت بندی مطلوب این قابلیت‌ها و چالش‌ها، امکان پیاده‌سازیِ هموارتر را برای این حوزه ی نو و نوآور را فراهم سازد.

---

1 Internet of thing

2 Gubbi

3 Gebus& Leiviskä

www.SID.ir

Archive of SID

مبانی نظری

اینترنت چیزها که گاهی اینترنت اشیاء نیز نامیده می شود به‌طورکلی اشاره دارد به بسیاری از چیزها شامل اشیاء و وسایل محیط پیرامون که به شبکه اینترنت متصل شده و توسط اپلیکیشن‌های موجود در تلفن‌های هوشمند و تبلت قابل کنترل و مدیریت هستند. اینترنت اشیاء به زبان ساده، ارتباط حسگرها و دستگاه‌ها با شبکه‌ای است که از طریق آن می‌توانند با یکدیگر و با کاربرانشان تعامل کنند. این مفهوم می‌تواند به سادگی ارتباط یک گوشی هوشمند با تلویزیون باشد یا به پیچیدگی نظارت بر زیرساخت‌های شهری و ترافیک. امروزه فناوری جدیدی در آستانه ظهور است که با نام اینترنت اشیاء شناخته شده است. تحلیل‌ها بیانگر آن است که این فناوری نوین که به عنوان مرحله‌ای اصلی در سیر تکاملی فضای مجازی قلمداد شده است، علاوه بر آن که در آینده تمامی عرصه‌های زندگی بشر را تحت تاثیر قرار خواهد داد، کاربردهای فراوانی را نیز در عرصه نظامی خواهد داشت (خوشوقت و قیصری،۱۷:۱۳۹۷).

اینترنت اشیاء تمام بخش های اقتصاد از جمله بزرگترین صنایع مانند انرژی، برق، نفت، گاز، تولید، ترابری و... را تغییر خواهد داد. اینترنت اشیاء در برخی از چالش های ویژه و منحصر بفرد در صنعت از قبیل تنظیمات تجهیزات از راه دور و توزیع مناسب نیز وجود دارد؛ مانند چاه های نفت یا توربین های بادی که در طبقه بندی شرایط سخت و خطرناک در پالایشگاه ها و در چرخه تولید قرار گرفته اند. اخیرا، اولین رویکردهای پیاده سازی فناوری های اینترنت اشیاء صنعتی مانند سامانه ها و مفاهیم سایبرفیزیکی مثل سازماندهی تولید هوشمند از طریق ارتباط متقابل، در دسترس بودن اطلاعات، تصمیم گیری غیرمتمرکز وارد فرآیندهای ارزش آفرین صنعتی گردیده اند. این مسئله به وسیله تحول ناشی از فناوری منجر به نقشهای جدید یا حتی انواع فعالیت جدید نقش تنظیم‌کننده (رگولاتور) سامانه را ایفا می‌کند. طراحی مجدد فرآیندهای تولید منجر به مسئولیتهای جدید برای کارکنان میشود. از این رو، تغییر همزمان در فرآیندها و فناوری مشخصه اصلی تحولات ناشی از اینترنت اشیاء صنعتی است(گرونا[1] و الریچ[2]، ۲۰۱۷).اینترنت اشیاء فرصت‌های جدید و مزیت رقابتی برای بازارهای فعلی و آینده خلق می‌کند. مزیت رقابتی شامل مجموعه عوامل یا توانمندی‌هایی است که همواره شرکت را به نشان دادن عملکردی بهتر از رقبا قادر می‌سازد. فناوری اینترنت اشیاء نه تنها با داده سروکار دارد بلکه با تمام مراحل جمع‌آوری داده، این‌که چگونه و چه‌زمانی و کجا و چرا داده را جمع‌آوری کنیم در ارتباط است. فناوری‌هایی

1 Gronau
2 Ullrich

www.SID.ir

Archive of SID

که اینترنت اشیاء را ایجاد می‌کنند تنها اینترنت را تغییر نمی‌دهند بلکه اشیایی که به اینترنت متصل هستند را نیز تغییر می‌دهند(اکبری، ۸۷:۱۳۹۵). اینترنت اشیاء صنعتی حجم زیادی از داده‌ها را بر یک اساس روزانه جمع آوری می کند و تجزیه و تحلیل های مشارکتی بر پایه این حجم بالای داده که از دستگاه های متفاوت در زمانهای مختلف به دست می آیند به افزایش کارایی و راه‌حل های مقرون به صرفه جهت دست یابی به ایمنی، کارایی بالا و تولید محصولات و خدمات صنعتی سازگار با محیط زیست کمک می کند (گبوس و لوسکی[1]، ۲۰۰۹). مشارکت موثر با کمک حجم بالای داده، زمانی امکان پذیر است که ابتدا با کمک کاربرد فناوری اینترنت اشیاء در صنعت، حجم بالای داده را بتوان به وسیله انواع گسترده توزیع شده ای از حسگرها و دستگاههای بی‌سیم جمع آوری کرد (داکسو[2] ،۲۰۱۴)؛ بنابراین، به دلیل مزیت ذاتی داده، داده های متفاوت به سادگی پردازش و حتی با یکدیگر ادغام می‌شوند. در آخر، از طریق پردازش و ادغام داده های متفاوت از منابع چندگانه، مشارکت موثر بین تجهیزات متفاوت و فرایندها به دست می‌آید. بعلاوه داده‌ها بر اساس مشارکت میتوانند به صورت مقرون به صرفه هوشمندی تولیدات/خدمات صنعتی را توسعه دهند (مارتینز و کاسیلاس[3]،۲۰۱۳).علیرغم تمام پیشرفتهای فناورانه و تغییرات حاصل ، کارکنان و نیروی انسانی به عنوان عامل کلیدی موفقیت در سازمان می باشد. از این رو، آنها باید برای انجام مسئولیت ها و وظایف خود آموزش داده شده و قابلیت احراز یابند. به خصوص، کارکنان نیازمند پذیرش این توسعه ها و انطباق با نقشها، فناوریها و مسئولیت های جدید هستند. متعاقبا، آنها باید برای الزامات ناشی از اینترنت اشیاء صنعتی آماده شوند. نفوذ فناوری در فرآیندهای سازمانی می تواند منجر به این فرض شود که ربات ها و فعالیت های ماشینی در آینده مسئولیت های ساده را انجام خواهند داد (گرونوا[4] و آلریچ، ۲۰۱۷). از آنجایی که یکی از چالش‌های اصلی در اینترنت اشیاء (صنعتی) بحث امنیت می‌باشد،این دستاورد بزرگ باعث پدیدار شدن مدل جدیدی از تهدیدات و چالش‌های امنیتی گردیده است. چالش‌هایی که نه تنها دستگاه‌های اینترنت اشیاء، بلکه زیرساخت‌ها، سامانه عامل‌ها، ارتباطات و حتی سامانه‌هایی که این دستگاه‌ها به آن‌ها متصل می‌شوند را در معرض تهدید قرار می‌دهد. برای مقابله با این تهدیدات روزافزون، فناوری‌های امنیتی باید از دستگاه‌ها و زیرساخت‌های اینترنت اشیاء در برابر حملات اطلاعاتی و جاسوسی‌های فیزیکی محافظت به عمل آورده، ارتباطات را رمزنگاری کرده و به برجسته‌سازی چالش‌های جدیدی همچون جعل هویت بپردازند. عامل

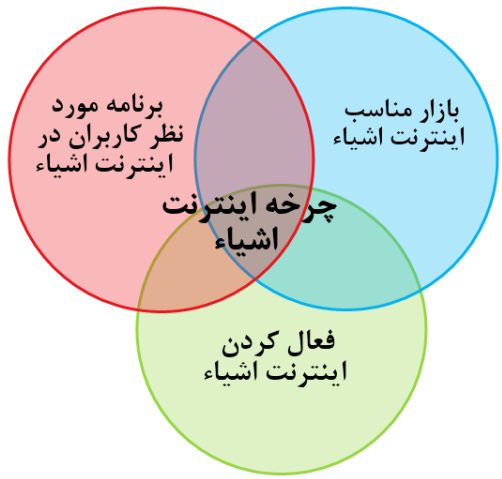
1 Gebus& Leiviskä
2 Da Xu
3 Martínez& Casillas
4 Gronau & Ullrich

www.SID.ir

Archive of SID

دیگری که باعث شده است گجت‌های اینترنت اشیاء در برابر تهدیدات امنیتی آسیب‌پذیر شوند، به نوع سامانه عامل‌ها و پردازنده‌هایی بازمی‌گردد که این محصولات از آن‌ها استفاده می‌کنند. گجت‌های اینترنت اشیاء امروزی پردازنده‌ها و سامانه عامل‌های نه‌چندان پیچیده و قدرتمندی را به کار می‌برند که قادر نیستند از رویکردهای قدرتمند امنیتی استفاده کنند. این موضوع خود باعث بغرنج‌تر شدن وضعیت امنیتی این گجت‌ها شده است.

از سال ۲۰۱۳ اینترنت اشیاء به عنوان مفهومی کاربردی بین تمامی جوامع رایج شده و کاربردهای مختلفی برای آن پیشنهاد شد. با توجه به لزوم هوشمندی و الکترونیکی شدن تجهیزات در امور زندگی، تقریبا اکثر شاخه های علمی به اینترنت اشیاء ملحق شده و می توان شهر هوشمند، خودرو هوشمند، خانه هوشمند، سلامت هوشمند، صنایع هوشمند، امنیت عمومی، انرژی و حفاظت از محیط زیست، کشاورزی و گردشگری را از بخش هایی دانست که علم اینترنت اشیاء به آن نفوذ خواهد کرد. (قربانی سرکتی و غلامی، ۶۷:۱۳۹۷). چرخه کاری مربوط به اینترنت اشیاء به صورت شکل زیرخواهد بود.



شکل ۱- چرخه اینترنت اشیاء

ترکیب اینترنت اشیاء با روش های فناوری های مرتبط و مفاهیمی مانند محاسبات ابر، آینده اینترنت، داده های بزرگ، رباتیک و فناوری معنایی، برآورد شده است. اینترنت اشیاء همچنان در حال توسعه بالقوه می‌باشد. با این حال اینترنت اشیاء در حال رشد و بلوغ است. به ویژه با توجه به عواملی که بهره برداری کامل از اینترنت اشیاء را محدود کرده‌اند. تعدادی از این عوامل عبارتند از:

www.SID.ir

Archive of SID

(فیض منش و ناصری، ۱۸۵:۱۳۹۷)

- هیچ راهکار روشنی برای استفاده از شناسه منحصر به فرد و فضاهای شماره گذاری برای انواع مختلف از اشیاء ماندگار و دائمی در مقیاس جهانی نیست.
- در ایجاد قابلیت همکاری معنایی برای تبادل اطلاعات حسگرها در محیط های ناهمگون، پیشرفت اندک بوده است.
- در توسعه ی یک رویکرد روشن برای نوآوری، اعتماد و مالکیت اطلاعات در اینترنت اشیاء، مشکلاتی وجود دارد. در حالی که حفظ امنیت و حریم خصوصی به طور همزمان در یک محیط پیچیده قرار دارند.
- جنبه های عملی محقق نشده است؛ مانند اتهامات قابل توجه عنوان شده علیه رومینگ برای برنامه های کاربردی حسگرها در طیف وسیع جغرافیایی، در دسترس نبودن فنی و عدم اتصال به شبکه قابل اعتماد، از جمله موارد مطرح است.
- چیره شدن بر این موانع، می تواند نتیجه بهره برداری بهتر از پتانسیل اینترنت اشیاء باشد؛ که یک تعامل متقابل قوی تر، افزایش آگاهی در دنیای واقعی و استفاده از یک فضای حل مسئله بی نهایت را فراهم می کند (فیض منش و ناصری،۱۸۷:۱۳۹۷).

در حالی که اینترنت اشیاء تکامل یافته و این شبکه‌ها و بسیار دیگری از آنها دارای امنیت بالا، تجزیه و تحلیل، قابلیت‌های مدیریت و همچنین برخی از آنها ادغام خواهند شد. این شرایط اجازه خواهد داد اینترنت اشیاء قوی‌تر شده و به موقعیتی که در آن می‌تواند به افراد کمک بیشتری کند، برسد. (شن و لیو[1]، ۲۰۱۰). ارائه‌ای از اینترنت اشیاء به عنوان شبکه ای از شبکه ها در شکل شماره دو نشان داده شده است. انرژی و ترابری از حوزه‌هایی هستند که به صورت انفرادی ارتباط دارند. سایر کاربردها با امنیت بالا و به صورت مدیریت شده با یکدیگر ارتباط دارند. اینترنت اشیاء تجمیع فناوری اطلاعات مبتنی بر راه حل که اشاره به سخت افزار و نرم افزار مورد استفاده برای ذخیره‌سازی، بازیابی و فرآیند داده ها و فناوری ارتباطات شامل سیستم الکترونیکی برای ارتباط بین افراد یا گروه‌ها را فراهم می‌کند. همگرایی سریع فناوری اطلاعات و فناوری ارتباطات در سه لایه از نوآوری فناوری در حال وقوع است: این سه لایه شامل ابر، داده‌ها و ارتباطات لوله‌ها، شبکه‌ها و دستگاه‌ها می‌باشد که در شکل شماره چهار مشاهده می‌شود (ورمسان و فریس[2]، ۲۰۱۳).

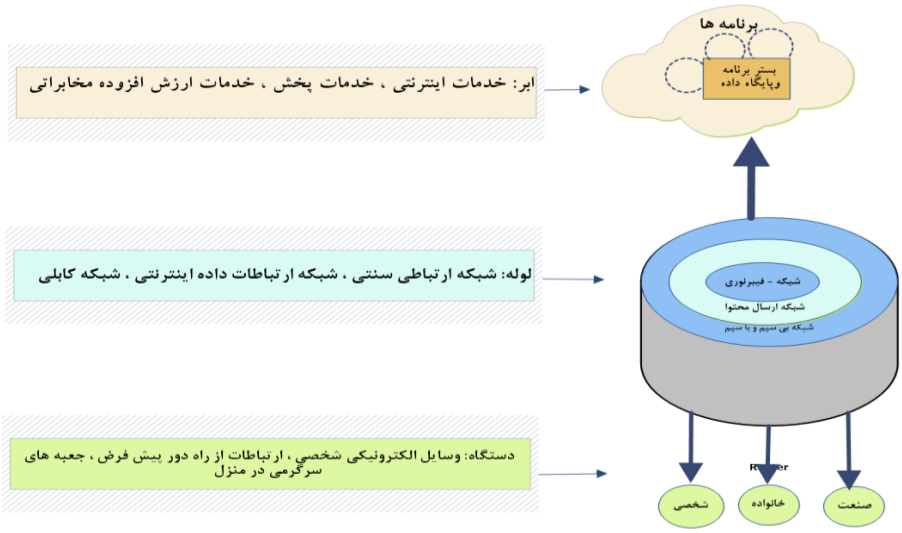
1 Shen & Liu

2 Vermesan & Friess

www.SID.ir

Archive of SID

شکل ۲- اینترنت اشیاء به عنوان شبکه ای از شبکه ها

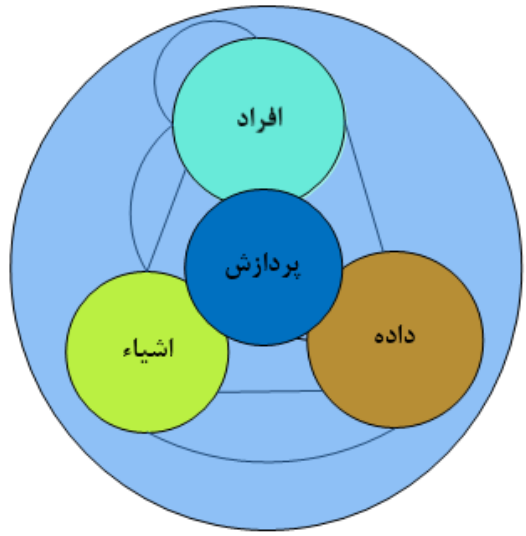


شکل ۳: عوامل رفتن به سوی یکپارچه سازی و دگرگونی ابر، لوله و فناوری های دستگاه

www.SID.ir

Archive of SID

در جهت دسترسی و تبادل اطلاعات بالقوه، فرصت های کلان جدیدی را برای برنامه های کاربردی اینترنت اشیاء، فراهم می آورد. در حال حاضر بیش از ۵۰ درصد قابلیت اتصال به اینترنت «بین اشیاء» یا «با اشیاء» است. در سال ۲۰۱۱ بیش از ۱۵ میلیارد شی ء موجود در وب، بیش از ۵۰ میلیارد ارتباط متناوب برقرار کرده اند. پیش بینی می شود تا سال ۲۰۲۰، بیش از ۳۰ میلیارد شی ء متصل، با بیش از ۲۰۰ میلیارد ارتباط متناوب، وجود خواهند داشت. فناوری‌های کلیدی در اینجا شامل حسگرهای تعبیه شده، شناسایی تصویر خواهد بود. تا سال ۲۰۱۶، در بیش از ۷۰ درصد از شرکت‌ها، تنها به وسیله یک فایل اجرایی، همه اشیاء متصل به اینترنت نظارت خواهد شد. به عنوان یک نتیجه از این یکپارچگی برنامه های کاربردی اینترنت اشیاء، نیاز است که صنایع کلاسیک سازگار شده، فرصت هایی برای پیدایش و توانگر شدن صنایع جدید فراهم کنند و تجربیاتی برای کاربران جدید و خدمات ایجاد گردد (کریمی و احمدی، ۴۶:۱۳۹۷). در اینترنت اشیاء افراد می توانند با یکدیگر ارتباط داشته باشند. همچنین افراد با ماشین و ماشن با ماشین می توانند ارتباط داشته باشند و همه این روابط نیاز به پردازش قوی دارند که در شکل شماره چهار همه این حوزه ها نمایش داده شده است (ورمسان و فریس[1]، ۲۰۱۳).



شکل ۴: اینترنت از همه اشیاء

1 Vermesan & Friess

www.SID.ir

Archive of SID

اینترنت اشیاء تا همین اواخر معانی مختلفی در سطوح گوناگون انتزاعی از طریق زنجیره ارزش داشت، در نتیجه به خاطر ارائه دهندگان خدمات، سطحی پایین تر از متوسط را دارا بود. اینترنت اشیاء به یک "مفهوم جهانی" تبدیل شده و نیاز به یک تعریف مشترک دارد. با در نظر گرفتن سابقه گسترده و فناوری های مورد نیاز از قبیل دستگاه سنجش، زیرسیستم ارتباطات، جمع آوری داده ها و پردازش اولیه برای ایجاد نمونه شی و در نهایت ارائه و تأمین خدمات، تولید یک تعریف بدون ابهام از"اینترنت اشیاء" دارای اهمیت و غیربدیهی است (فرجی و جمالی، ۸۴:۱۳۹۷).

ادبیات پژوهش

پیشینه پژوهش

(فیض منش و ناصری، ۱۳۹۷) مقاله مروری با هدف مقایسه سامانه های مختلف پایش سلامت مبتنی بر اینترنت اشیاء انجام دادند. تحلیل محتوای مقالات نشان داد تا کنون سامانه های مختلفی برای پایش پارامترهای فیزیولوژیک بیمار طراحی شده است. در اغلب سامانه های مورد بررسی، طراحی سامانه با هدف پایش وضعیت سلامت بیماران مزمن و سالمندان انجام شده بود تا مداخلات پزشکی در موارد اضطراری با حداقل تهاجم و درکوتاهترین زمان ممکن انجام شود.

(ویسه و اوحدی، ۱۳۹۷) به ارایه یک راهکار کاربردی از فناوری اینترنت اشیاء در کنار یک سامانه مدیریت نگهداری و تعمیرات کامپیوتری در حوزه تونل های شهری پرداختند. با استفاده از اینترنت اشیاء، قابلیتهای مدیریت نگهداری و تعمیرات افزایش یافته و در کنارآن نیز قابلیت اطمینان نیز از طریق ارتباط با حجم زیادی از داده ها، افزایش می یابد. با استفاده از حسگرهای جمع آوری کنندهداده نصب شده بر روی تجهیزات، متخصصان نگهداری و تعمیرات قادر به نظارت موثرتر بر تجهیزات می باشند.

(پدیداران و هژبری، ۱۳۹۷) به بررسی روش های مدیریت موثر منابع انرژی حوزه سلامت الکترونیک در اینترنت اشیاء پرداختند. انتقال اطلاعات و مسیریابی یکی از مسایل مهم در بهینه سازی مصرف انرژی در اشیاء است. بدین منظور در این مقاله در ابتدا مروری بر تاریخچه اینترنت اشیاء، ویژگی ها و کاربردهای مورد بررسی قرار گرفته است. پس از آن چالش های اصلی انتقال اطلاعات، روشهای مدیریت موثر منابع انرژی حوزه سلامت الکترونیک ارایه شده است. نتایج نشان می دهد که مدل مصرف انرژی در شبکه های بستگی به سخت افزار، پردازش داده و واسط ارتباطی دارد.

www.SID.ir

Archive of SID

(سرورا و فیدل[1]، ۲۰۱۸) در تحقیقی به بررسی استفاده از اینترنت اشیاء در صنعت بانکداری پرداخت. نتایج تحقیق او نشان داد که استفاده از اینترنت اشیاء در این صنعت منجر به ارائه محصولات و خدمات متنوع بانکی به مشتریان شده است. همچنین نوآوری های دیجیتال جدید ازجمله اینترنت اشیاء، بازار رقابتی را برای بانک ها پدید آورده است و بانک ها نیاز دارند تا شیوه های خود را مطابق با آن تطبیق دهد.

(جیاوردانا و راجکومار[2]، ۲۰۱۸) در پژوهشی به بررسی اینترنت اشیاء، یک چشم انداز، عناصر و اشکال معماری و دستور کار آینده پرداختند. یافته های آنان نشان داد اینترنت اشیاء به عنوان یک عامل کلیدی در حوزه های مختلف مورد توجه قرار میگیرد که باعث تحول در منابع محاسبات و برنامه ها می شود.

(گرونا[3] ، ۲۰۱۷) در پژوهشی به بررسی بهره برداری از فنآوری اینترنت اشیاء برای بهبود عملکرد سازمان پزشکی از طریق شناسایی بیمار و تشخیص احساسات پرداختند. یافته های آنان نشان داد اینترنت اشیاء از طریق ارسال تصاویر به موقع از طرف بیماران باعث بهبود عملکرد خانه های بهداشت برای بیماران خود در منزل شده اند. بر اساس این مقاله یک مفهوم تعلیمی برای توسعه قابلیت‌ها با تاکید بر فناوریهای اینترنت اشیاء صنعتی صورت پذیرفته است. در ارائه این مفهوم، مسائل کنش (اقدام) فردی کارکنان مورد توجه قرار گرفته است. الزامات مربوطه و قابلیت‌های ضروری، با تمرکز روی قابلیت سازمانی، فرآیندی و تعاملی، برای محیط‌های اینترنت اشیاء صنعتی، در طیف این نوشته ارائه شدند. به علاوه، ماژولهای یادگیری برای قابلیت-های اینترنت اشیاء صنعتی معرفی شدند. به نظر می رسد در گام های بعدی توجه به توسعه سناریوهای اضافی و ادغام دیگر فناوریهای اینترنت اشیاء خواهند بود. از نقطه‌نظر قابلیت، ماژول هایی که به قابلیت های اینترنت اشیاء صنعتی متمرکز می‌شوند، عبارتند از:

۱. ماژول قابلیت سازمانی

۲. ماژول قابلیت فرآیندی

۳. ماژول قابلیت تعاملی

اینترنت اشیاء صنعتی نیز به عنوان اینترنت صنعتی نامیده می شود. هر آنچه را که اینترنت اشیاء صنعتی می نامند متفاوت از دیگر برنامه های اینترنت اشیاء است که در آن تمرکز بر اتصال دستگاه ها در صنایع مانند نفت و گاز، آب و برق و مراقبت های بهداشتی است. اینترنت اشیاء

1 Fidel & Cervera

2 Javavar & Rajkumar

3 Gronau

www.SID.ir

Archive of SID

شامل دستگاه های مصرف کننده مانند باند های تناسب اندام یا لوازم هوشمند و برنامه های کاربردی دیگر است و به طور معمول اگر چیزی اشتباه باشد، شرایط اضطراری را ایجاد نمی‌کند. با راه اندازی اینترنت اشیاء صنعتی، خرابی های سامانه می توانند وضعیت های تهدید کننده یا خطرناکی را به همراه داشته باشند. اینترنت اشیاء صنعتی فناوری اطلاعات را به فناوری عملیاتی تبدیل می کند و امکان های وسیع را برای ابزار دقیق فراهم می آورد و منجر به بهره وری عمده برای تقریبا هر عملیات صنعتی می شود (طهرانی و قیصری، ۳۷:۱۳۹۶).

سوال های پژوهش:

پژوهش حاضر در پی بررسی و ارائه پاسخ به سئوالات ذیل است:

۱- از میان قابلیت های اصلی اجزای اینترنت اشیای صنعتی (هوش مصنوعی ، ارتباط، حسگرها، اشتغال فعال و استفاده از تجهیزات کم)، کدام یک موثر تر و با اهمیت تر از دیگر قابلیت ها است؟

۲- از میان مزایای اینترنت اشیای صنعتی (اشتغال مشتری، بهینه سازی فناوری، کاهش موارد اضافی، جمع آوری داده بهبود یافته، بهبود فرآیند های کاری)، کدام یک موثر تر و با اهمیت تر از دیگر شاخص ها است؟

۳- از میان چالش های اینترنت اشیای صنعتی (امنیت، حریم شخصی، پیچیدگی، سازگاری و انعطاف پذیری)، کدام یک موثر تر و با اهمیت تر از دیگر شاخص ها است؟

روش تحقیق

تحقیق حاضر از نظر جمع آوری داده ها، یک تحقیق توصیفی و با روش پیمایشی می‌باشد. همچنین از آنجایی که نتایج این تحقیق می‌تواند به طور عملی مورد استفاده قرار گیرد از نظر اهداف و ماهیت یک تحقیق کاربردی می‌باشد. در پژوهش حاضر جامعه آماری را ۲۰ نفر از خبرگان سازمان تشکیل می دهد.برای جمع آوری نظرات، از پرسشنامه استفاده شده است. رتبه بندی قابلیت ها از مقالات و مصاحبه‌های چاپ شده و همچنین مصاحبه ساختار یافته از خبرگان و کارشناسان استخراج گشته و در یک نمودار سلسله مراتبی دسته‌بندی شده و مورد مقایسه و اولویت بندی قرار گرفتند. اطلاعات حاصله مورد تحلیل قرار خواهد گرفت و قابلیت های استخراج شده اولویت بندی خواهند شد.

۱) در مرحله اول از میان شاخص های استخراج شده از مقالات و منابع برای هریک از اجزا چند شاخص بعنوان شاخص های مهم تر انتخاب می شود.

۲) در مرحله دوم میان شاخص های حاصل از قسمت اول به روش تحلیل شبکه ای بین

www.SID.ir

Archive of SID

شاخص ها مقایسه صورت می گیرد با استفاده از پرسشنامه که توسط متخصصین صنعت تهیه شده و شاخص ها به ترتیب اولویت آنها رتبه بندی می شود.

در این مقاله پس از بررسی ادبیات تحقیق و جمع آوری شاخص ها و قابلیت ها ابتدا با استفاده از روش تحلیل شبکه‌ای اقدام به رتبه بندی و وزن دهی به این شاخص ها شده و سپس با بکارگیری فرآیند تحلیل شبکه‌ای استفاده می گردد. جهت ارزیابی ابزار اندازه‌گیری مورد استفاده در تحقیق حاضر پرسشنامه می باشد. پرسشنامه های مورد استفاده در تحقیق مستند به ادبیات موضوعی مرتبط، با مقیاس اندازه‌گیری پنج گزینه‌ای از خیلی کم تا خیلی زیاد و طیف نه تایی جهت وزن دهی و رتبه بندی شاخص ها می باشد. بمنظور معتبر سازی پرسشنامه های تحقیق، از رویه استخراج اجزاء متغیرهای مورد اندازه‌گیری از ادبیات موضوعی تحقیق و آنگاه بومیسازی آن با بهره گیری از نظرات متخصصان و نیز نمونهای مقدماتی استفاده شده است .ابزار مذکور حاوی چهار دسته سؤال مشخصات جمعیت‌شناختی، سه دسته سؤال اصلی برای هر پرسشنامه بوده است. سپس پرسشنامه های طراحی شده، بصورت پیش‌آزمون در اختیار تعداد ده نفر از متخصصین و خبرگان و دوازده نفر از کارشناسان شرکتهای جامعه آماری قرار گرفت آنگاه پس از اخذ نظرات اصلاحی آنها، پرسشنامه های نهایی طراحی و برای جمع‌آوری داده‌ها مورد استفاده قرار گرفت. داده های استخراج شده از پرسشنامه ها از طریق روش های ریاضی، فازی سازی گردیده است.

یافته ها

ویژگی های جمعیت شناختی پاسخگویان

۱ نفر از پاسخگویان مرد هستند و شش نفر نیز زن می‌باشند. از نظر سنی دو نفر کمتر از ۳۰ سال هستند، ۶ نفر ۳۰ تا ۴۰ ساله هستند و ۱۲ نفر نیز بالای ۴۰ سال سن دارند. از منظر تحصیلی ۱۲ نفر از خبرگان کارشناسی ارشد بوده و هشت نفر نیز مدرک تحصیلی دکتری دارند. در نهایت ۱۳ نفر بیش از ۱۵ سال تجربه در حیطه کاری مرتبط داشته و هفت نفر نیز بین پنج تا ۱۵ سال تجربه کاری دارند.

شناسایی شاخص‌های اینترنت اشیاء صنعتی

در گام نخست معیارهای اینترنت اشیاء صنعتی در بهبود فرآیندهای سازمانی شناسایی شده است. این معیارها در قالب قابلیت‌ها، مزایا و چالش‌های اینترنت اشیاء صنعتی خوشه‌بندی شده‌اند. برای هریک از این معیارها شاخص‌هایی در نظر گرفته شده است بطوری که در مجموع ۱۵ زیرمعیار انتخاب شده است. معیارهای اصلی با نماد Ci و زیرمعیارهای تحقیق با نماد C_{ij} در

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۱:شماره یک نامگذاری شده‌اند تا در جریان تحقیق به سادگی قابل ردیابی و مطالعه باشد؛ و مرجع انتخاب در بروش تجزیه و تحلیل اطلاعات معرفی شد.

جدول ۱: شاخص‌های اینترنت اشیاء صنعتی در بهبود فرآیندهای سازمانی

نماد	معیارهای اصلی	زیرمعیارها	نماد
c۱	قابلیت‌ها	هوش مصنوعی	c۱۱
		ارتباط	c۱۲
		حسگرها	c۱۳
		اشتغال فعال	c۱۴
		استفاده از تجهیزات کم	c۱۵
c۲	مزایا	بهینه سازی فناوری	c۲۱
		اشتغال مشتری	c۲۲
		کاهش موارد اضافی	c۲۳
		جمع آوری داده بهبود یافته	c۲۴
		بهبود فرآیند های کاری	c۲۵
c۳	چالش‌ها	پیچیدگی	c۳۱
		حریم شخصی	c۳۲
		امنیت	c۳۳
		سازگاری	c۳۴
		انعطاف‌پذیری	c۳۵

روش فرایند تحلیل شبکه

در روش فرآیند تحلیلی شبکه‌ای ارتباطات پیچیده میان عناصر تصمیم از طریق جایگزینی ساختار سلسله مراتبی با ساختار شبکه ای در نظر گرفته می شود.

در فرآیند تحلیل شبکه‌ای هر موضوع و مسئله ای تحت شبکه ای از معیارها و زیر معیارها و گزینه ها که با یکدیگر در خوشه هایی جمع شده اند در نظر می گیرد. تمام عناصر در یک شبکه می توانند به هر شکل دارای ارتباط با یکدیگر باشند؛ به عبارت دیگر در یک شبکه بازخورد و ارتباط متقابل میان خوشه ها امکان پذیر است بنابراین تحلیل شبکه‌ای را می توان متشکل از دو قسمت دانست: سلسله مراتب کنترلی و ارتباط شبکه‌ای. سلسله مراتب کنترلی ارتباط بین هدف،

www.SID.ir

Archive of SID

معیارها و زیر معیارها را شامل شده و بر ارتباط درونی سامانه تاثیر گذار است. در ارتباط شبکه‌ای وابستگی بین عناصر و خوشه ها را شامل می شود.

فرایند تحلیل شبکه یکی دیگر از مجموعه فنون تصمیم گیری است که شباهت زیادی به روش فرایند تحلیل سلسله مراتبی دارد. هر یک از روش ها بر اساس یک مجموعه فرضیات بنا شده شده است. برای نمون اگر معیارها مستقل از هم باشند و مقایسات زوجی امکانپذیر باشد مدل تصمیم گیری مناسب مدل سلسله مرتبی است ولی اگر معیارها مستقل نباشند روش تحلیل شبکه‌ای بهتر است. برای حل مسایل به روش تحلیل شبکه‌ای ترسیم می‌شود که گره‌های موجود در این شبکه معادل هدف، معیارها و گزینه ها مطابق نیاز ماست و بردارهای جهت دار که این گره ها را به هم وصل می‌کنند نیز معادل با جهت و وجود اثر گرهها بر یکدیگر است همانند روش سلسله مراتبی در روش تحلیل شبکه‌ای، وزن معیارها و مطلوبیت گزینه‌ها، بطور مستقیم از طریق دریافت قضاوت های افراد و با استفاده از مقایسه های زوجی بدست می‌آید.

تعیین اولویت عناصر مدل با استفاده از تکنیک تحلیل شبکه‌ای

در این پژوهش برای تعیین وزن معیارها و شاخص‌های مدل از تکنیک تحلیل شبکه‌ای استفاده شده است. ابتدا معیارهای اصلی براساس هدف اولویت‌بندی شده‌اند. سپس روابط درونی میان معیارهای اصلی شناسایی شده است. در گام سوم هریک از زیرمعیارها در خوشه مربوط به خود مقایسه و تعیین اولویت شده‌اند. در گام چهارم روابط درونی زیرمعیارها مشخص شده است. در نهایت با محاسبه سوپرماتریس اولیه، سوپرماتریس موزون و سوپرماتریس حد، اولویت نهایی شاخص‌ها مشخص شده است. مراحل انجام تحلیل به صورت زیر است:

۱. اولویت‌بندی معیارهای اصلی براساس هدف از طریق مقایسه زوجی

۲. شناسایی روابط درونی میان معیارهای اصلی با تکنیک دیمتل

۳. اولویت‌بندی هریک از زیرمعیارها در خوشه مربوط به خود از طریق مقایسه زوجی

۴. شناسایی روابط درونی میان زیرمعیارها با تکنیک دیمتل

۵. محاسبه سوپرماتریس اولیه، سوپرماتریس موزون و سوپرماتریس حد

به این ترتیب اولویت نهایی شاخص‌ها مشخص شده است.

تعیین اولویت معیارهای اصلی براساس هدف

برای انجام تحلیل شبکه نخست معیارهای اصلی براساس هدف بصورت زوجی مقایسه شده‌اند. این کار ، یک تکنیک رتبه‌بندی است و رتبه‌بندی در این تکنیک براساس مقایسه‌های زوجی

www.SID.ir

Archive of SID

صورت می‌گیرد. مقایسه زوجی بسیار ساده است و تمامی عناصر هر خوشه باید به صورت دو به دو مقایسه شوند؛ بنابراین اگر در یک خوشه n عنصر وجود داشته باشد $\frac{n(n-1)}{2}$ مقایسه صورت خواهد گرفت. چون سه معیار اصلی وجود دارد بنابراین تعداد مقایسه‌های انجام شده برابر است با:

$$\frac{n(n-1)}{2} = \frac{3(3-1)}{2} = 3$$

بنابراین سه مقایسه زوجی از دیدگاه گروهی متشکل ۲۰ نفر از خبرگان انجام شده است. با استفاده از تکنیک میانگین هندسی دیدگاه این ۲۰ نفر تجمیع شده است و برای محاسبه وزن نهایی معیارها استفاده گردیده است. ماتریس مقایسه زوجی حاصل از تجمیع دیدگاه خبرگان در شماره دو ارایه شده است.

جدول ۲- تعیین اولویت معیارهای اصلی

	قابلیت‌ها	مزایا	چالش‌ها
قابلیت‌ها	۱	۰,۸۷۳	۰,۷۷۵
مزایا	۱,۱۴۵	۱	۰,۹۶۴
چالش‌ها	۱,۲۹۱	۱,۰۳۷	۱

گام بعدی محاسبه میانگین هندسی هر سطر برای تعیین وزن معیارها است:

$$\pi_1 = \sqrt[3]{1 * 0.873 * 0.775} = 0.878$$

به همین ترتیب میانگین هندسی سایر سطرها محاسبه می‌شود.

$$\pi_2 = 1.034$$

$$\pi_3 = 1.102$$

سپس مجموع میانگین هندسی تمامی سطرها محاسبه می‌شود.

www.SID.ir

Archive of SID

$$\sum_{i=1}^{m} \pi_i = 0.878 + 1.034 + 1.102 = 3.014$$

با تقسیم میانگین هندسی هر سطر بر مجموع میانگین هندسی سطرها مقدار وزن نرمال بدست می‌آید که به آن برداررویژه نیز گفته می‌شود. خلاصه نتایج در جدول شماره سه آمده است:

جدول ۳- تعیین اولویت معیارهای اصلی

	قابلیت‌ها	مزایا	چالش‌ها	میانگین هندسی	بردار ویژه
قابلیت‌ها	۱	۰,۸۷۳	۰,۷۷۵	۰,۸۷۸	۰,۲۹۱
مزایا	۱,۱۴۵	۱	۰,۹۶۴	۱,۰۳۴	۰,۳۴۳
چالش‌ها	۱,۲۹۱	۱,۰۳۷	۱	۱,۱۰۲	۰,۳۶۶

براساس جدول سه بردار ویژه اولویت معیارهای اصلی به صورت (W_{21}) خواهد بود.

$$W_{21} = \begin{bmatrix} 0.291 \\ 0.343 \\ 0.366 \end{bmatrix}$$

براساس بردار ویژه بدست آمده:

معیار چالش‌ها با وزن نرمال ۰/۳۶۶ از بیشترین اولویت برخوردار است.

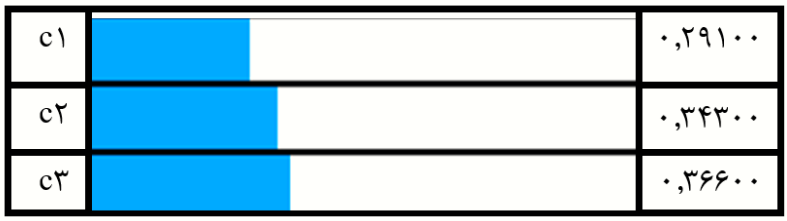
معیار مزایا با وزن نرمال ۰/۳۴۳ در اولویت میانی قرار دارد.

معیار قابلیت‌ها با وزن نرمال ۰/۲۹۱ از کمترین اولویت برخوردار است.

نرخ ناسازگاری مقایسه‌های انجام شده ۰/۰۰۱ بدست آمده است که کوچکتر از ۰/۱ می‌باشد و بنابراین می‌توان به مقایسه‌های انجام شده اعتماد کرد.

www.SID.ir

Archive of SID



شکل ۵- اولویت معیارهای اصلی

مقایسه زوجی روابط معیارهای اصلی (W_{22})

براساس مدل تحقیق گام بعدی محاسبه روابط درونی معیارهای اصلی جهت بدست آوردن سوپرماتریس W_{22} است. جهت انعکاس روابط درونی میان معیارهای اصلی از تکنیک دیماتل استفاده شده است. به طوری که متخصصان قادرند با تسلط بیشتری به بیان نظرات خود در رابطه با اثرات (جهت و شدت اثرات) میان عوامل بپردازند. لازم به ذکر است که ماتریس حاصل از تکنیک دیماتل (ماتریس ارتباطات داخلی)، هم رابطه علی و معلولی بین عوامل را نشان می‌دهد و هم اثرپذیری و اثرگذاری متغیرها را نمایش می‌دهد.

محاسبه ماتریس ارتباط مستقیم (X)

زمانیکه از دیگاه چند کارشناس استفاده می‌شود از میانگین حسابی ساده نظرات استفاده می‌شود و ماتریس ارتباط مستقیم یا X را تشکیل می‌دهیم.

جدول ۴- ماتریس ارتباط مستقیم معیارهای اینترنت اشیاء صنعتی

X	قابلیت‌ها	مزایا	چالش‌ها
قابلیت‌ها	۰,۰۰۰	۳,۲۰۰	۳,۸۰۰
مزایا	۱,۴۰۰	۰,۰۰۰	۳,۶۰۰
چالش‌ها	۰,۲۰۰	۰,۲۰۰	۰,۰۰۰

www.SID.ir

Archive of SID

محاسبه ماتریس ارتباط مستقیم نرمال

ابتدا جمع تمامی سطرها و ستون‌ها محاسبه می‌شود. معکوس بزرگترین عدد مجموع سطر و ستون k را تشکیل می‌دهد.

$$k = \frac{۱}{max \sum_{j=۱}^{n} a_{ij}} = \frac{۱}{۷.۴۰} = ۰.۱۳۵$$

⇨ N = 0.135*X

جدول ۵- ماتریس نرمال معیارهای اینترنت اشیاء صنعتی

N	قابلیت‌ها	مزایا	چالش‌ها
قابلیت‌ها	۰,۰۰۰	۰,۴۳۲	۰,۵۱۴
مزایا	۰,۱۸۹	۰,۰۰۰	۰,۴۸۶
چالش‌ها	۰,۰۲۷	۰,۰۲۷	۰,۰۰۰

محاسبه ماتریس ارتباط کامل

برای محاسبه ماتریس ارتباط کامل ابتدا ماتریس همانی (I) تشکیل می‌شود. سپس ماتریس همانی را منهای ماتریس نرمال کرده و ماتریس حاصل را معکوس می‌کنیم. در نهایت ماتریس نرمال را در ماتریس معکوس ضرب می‌کنیم:

$$T = N \times (I - N)^{-1}$$

جدول ۶- ماتریس ارتباط کامل معیارهای اینترنت اشیاء صنعتی

T	قابلیت‌ها	مزایا	چالش‌ها
قابلیت‌ها	۰,۱۱۸	۰,۵۰۶	۰,۸۲۰
مزایا	۰,۲۲۹	۰,۱۱۷	۰,۶۶۱
چالش‌ها	۰,۰۳۶	۰,۰۴۴	۰,۰۴۰

www.SID.ir

Archive of SID

نمایش نقشه روابط شبکه

برای تعیین نقشه روابط شبکه باید ارزش آستانه محاسبه شود. با این روش می‌توان از روابط جزیی صرف‌نظر کرده و شبکه روابط قابل اعتنا را ترسیم کرد. تنها روابطی که مقادیر آنها در ماتریس T از مقدار آستانه بزرگتر باشد. برای محاسبه مقدار آستانه روابط کافی است تا میانگین مقادیر ماتریس T محاسبه شود. بعد از آنکه شدت آستانه تعیین شد، تمامی مقادیر ماتریس T که کوچکتر از آستانه باشد صفر شده یعنی آن رابطه علی در نظر گرفته نمی‌شود. در این مطالعه ارزش آستانه برابر ۰/۲۸۶ بدست آمده است؛ بنابراین الگوی روابط معنی دار به صورت زیر است:

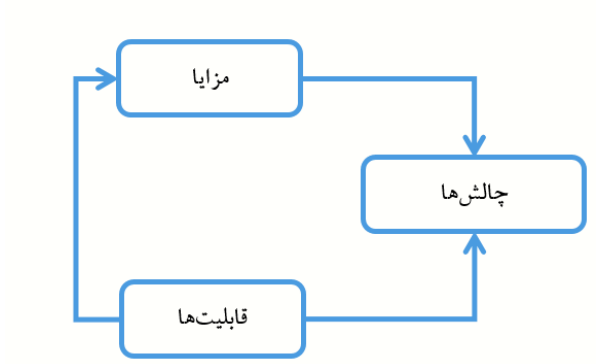
جدول ۷- الگوی روابط معنی دار معیارهای اینترنت اشیاء صنعتی

T	قابلیت‌ها	مزایا	چالش‌ها
قابلیت‌ها	×	۰,۵۰۶	۰,۸۲۰
مزایا	×	×	۰,۶۶۱
چالش‌ها	×	×	×

www.SID.ir

Archive of SID

الگوی روابط خوشه‌ای به صورت زیر شکل شماره شش می باشد:



شکل ۶-الگوی روابط درونی معیارهای اینترنت اشیاء صنعتی

جدول ۸- الگوی روابط علی معیارهای اینترنت اشیاء صنعتی

	D	R	D+R	D-R
قابلیت‌ها	۱,۴۴۳	۰,۳۸۳	۱,۸۲۷	۱,۰۶۰
مزایا	۱,۰۰۷	۰,۶۶۶	۱,۶۷۴	۰,۳۴۱
چالش‌ها	۰,۱۲۰	۱,۵۲۱	۱,۶۴۱	۱,۴۰۱-

در جدول شماره هشت جمع عناصر هر سطر (D) نشانگر میزان تاثیرگذاری آن عامل بر سایر عامل‌های سامانه است. براین اساس معیار قابلیت‌ها از بیشترین تاثیرگذاری برخوردار است. معیار مزایا در جایگاه دوم قرار دارد و چالش‌ها کمترین تاثیرگذاری را دارند.

- جمع عناصر ستون (R) برای هر عامل نشانگر میزان تاثیرپذیری آن عامل از سایر عامل های سامانه است. براین اساس معیار چالش‌ها از میزان تاثیرپذیری بسیار زیادی برخوردار است. قابلیت‌ها کمترین تاثیرپذیری را از سایر معیارها دارد.

- بردار افقی (D+R)، میزان تاثیر و تاثر عامل مورد نظر در سامانه است؛ به عبارت دیگر هرچه مقدار D+R عاملی بیشتر باشد، آن عامل تعامل بیشتری با سایر عوامل سامانه دارد. براین اساس معیار قابلیت‌ها بیشترین تعامل را با سایر معیارهای مورد مطالعه دارد. معیار چالش‌ها و مزایا نیز در رتبه‌های بعدی قرار دارند.

www.SID.ir

Archive of SID

- بردار عمودی (D-R)، قدرت تاثیرگذاری هر عامل را نشان می‌دهد. بطور کلی اگر D-R مثبت باشد، متغیر یک متغیر علی محسوب می‌شود و اگر منفی باشد، معلول محسوب می‌شود. در این مدل چالش‌ها متغیر معلول بوده و متغیرهای قابلیت‌ها و مزایا معلول هستند.

تعیین اولویت قابلیت‌های اصلی اینترنت اشیای صنعتی

قابلیت‌های اصلی اینترنت اشیای صنعتی عبارتند از: هوش مصنوعی، ارتباط، حسگرها، اشتغال فعال و استفاده از تجهیزات کم. ماتریس مقایسه زوجی قابلیت‌های اصلی اینترنت اشیای صنعتی در جدولشماره نه ارایه شده است.

جدول ۹- ماتریس مقایسه زوجی قابلیت‌های اصلی اینترنت اشیای صنعتی

	c۱۱	c۱۲	c۱۳	c۱۴	c۱۵	میانگین هندسی	بردار ویژه
c۱۱	۱	۱,۶۹۵	۰,۷۴۵	۰,۹۶۶	۲,۵۸۵	۱,۲۵۸	۰,۲۴۶
c۱۲	۰,۵۹۰	۱	۱,۳۷۶	۰,۷۷۷	۰,۸۲۶	۰,۸۷۸	۰,۱۷۲
c۱۳	۱,۳۴۲	۰,۷۲۷	۱	۱,۷۷۹	۱,۵۸۲	۱,۲۲۴	۰,۲۳۹
c۱۴	۱,۰۳۵	۱,۲۸۶	۰,۵۶۲	۱	۱,۶۳۶	۱,۰۴۱	۰,۲۰۴
c۱۵	۰,۳۸۷	۱,۲۱۰	۰,۶۳۲	۰,۶۱۱	۱	۰,۷۱۰	۰,۱۳۹

شکل ۷- اولویت قابلیت‌های اصلی اینترنت اشیای صنعتی

براساس بردار ویژه بدست آمده:

- شاخص هوش مصنوعی با وزن ۰,۲۴۶ در رتبه ۱ قرار گرفته است.
- شاخص ارتباط با وزن ۰,۱۷۲ در رتبه ۴ قرار گرفته است.

www.SID.ir

Archive of SID

- شاخص حسگرها با وزن ۰,۲۳۹ در رتبه ۲ قرار گرفته است.
- شاخص اشتغال فعال با وزن ۰,۲۰۴ در رتبه ۳ قرار گرفته است.
- شاخص استفاده از تجهیزات کم با وزن ۰,۱۳۹ در رتبه ۵ قرار گرفته است.

نرخ ناسازگاری ۰/۰۵۱ بدست آمده است بنابراین مقایسه‌های زوجی سازگار هستند. در شکل هشت اولویت ها مشاهده می‌شود.

تعیین اولویت مزایای اینترنت اشیای صنعتی

مزایای اینترنت اشیای صنعتی عبارتند از: بهینه سازی فناوری، اشتغال مشتری، کاهش موارد اضافی، جمع آوری داده بهبود یافته، بهبود فرآیند های کاری. ماتریس مقایسه زوجی مزایای اینترنت اشیای صنعتی در جدول شماره ۱۰ ارایه شده است.

جدول ۱۰- ماتریس مقایسه زوجی مزایای اینترنت اشیای صنعتی

	c۲۱	c۲۲	c۲۳	c۲۴	c۲۵	میانگین هندسی	بردار ویژه
c۲۱	۱	۱,۶۶۹	۱,۷۲۶	۱,۵۵۱	۱,۰۱۳	۱,۳۵۳	۰,۲۶۳
c۲۲	۰,۵۹۹	۱	۰,۷۲۱	۰,۸۸۳	۰,۹۰۵	۰,۸۰۸	۰,۱۵۷
c۲۳	۰,۵۷۹	۱,۳۸۶	۱	۱,۴۴۰	۳,۱۵۲	۱,۲۹۵	۰,۲۵۲
c۲۴	۰,۶۴۵	۱,۱۳۳	۰,۶۹۴	۱	۰,۵۴۲	۰,۷۷۲	۰,۱۵۰
c۲۵	۰,۹۸۷	۱,۱۰۵	۰,۳۱۷	۱,۸۴۴	۱	۰,۹۱۴	۰,۱۷۸

براساس بردار ویژه بدست آمده:

- شاخص بهینه سازی فناوری با وزن ۰,۲۶۳ در رتبه ۱ قرار گرفته است.
- شاخص اشتغال مشتری با وزن ۰,۱۵۷ در رتبه ۴ قرار گرفته است.
- شاخص کاهش موارد اضافه با وزن ۰,۲۵۲ در رتبه ۲ قرار گرفته است.
- شاخص جمع آوری داده بهبود یافته با وزن ۰,۱۵ در رتبه ۵ قرار گرفته است.
- شاخص بهبود فرآیندهای کاری با وزن ۰,۱۷۸ در رتبه ۳ قرار گرفته است.
- نرخ ناسازگاری ۰/۰۶۲ بدست آمده است بنابراین مقایسه‌های زوجی سازگار هستند که در شکل شماره هشت قابل مشاهده است.

www.SID.ir

Archive of SID

c۲۱		۰,۲۶۳۰۰
c۲۲		۰,۱۵۷۰۰
c۲۳		۰,۲۵۲۰۰
c۲۴		۰,۱۵۰۰۰
c۲۵		۰,۱۷۸۰۰

شکل ۸- تعیین اولویت مزایای اینترنت اشیای صنعتی

تعیین وزن نهایی با تکنیک تحلیل شبکه ای

محاسبه سوپرماتریس ناموزون، سوپرماتریس موزون و سوپرماتریس حد

برای تعیین وزن نهایی، خروجی مقایسه معیارهای اصلی براساس هدف و روابط درونی میان معیارها، در یک سوپرماتریس ارایه می‌شود. به این سوپرماتریس، سوپرماتریس اولیه یا ناموزون گفته می‌شود. با توجه به روابط شناسایی شده در مطالعه حاضر، سوپر ماتریس اولیه این مطالعه به صورت زیر خواهد بود:

$$W = \begin{bmatrix} \cdot & \cdot & \cdot \\ W_{۲۱} & W_{۲۲} & \cdot \\ \cdot & W_{۳۲} & W_{۳۳} \end{bmatrix}$$

در این سوپرماتریس:

- بردار W_{21} اهمیت هریک از معیارهای اصلی را براساس هدف نشان می‌دهد.
- بردار W_{22} نشان دهنده مقایسه زوجی روابط بین معیارهای اصلی ماخوذ از خروجی تکنیک دیماتل است.
- بردار W_{32} نشان دهنده اهمیت هر یک از زیرمعیارها در خوشه مربوط به خود می‌باشد.
- بردار W_{33} نشان دهنده مقایسه زوجی روابط بین زیر معیارها می باشد.

درایه‌های صفر نیز گویای بی‌تأثیر بودن فاکتورها در محل تلاقی سطر و ستون بر یکدیگر

www.SID.ir

Archive of SID

است. الگوی شبکه‌ای مدل با استفاده از تکنیک تحلیل شبکه‌ای در نرم‌افزار سوپردسیژن طراحی شده است.

بحث و نتیجه گیری

در این تحقیق پس از بررسی ادبیات تحقیق و جمع آوری شاخص ها و قابلیت ها ابتدا با استفاده از روش تحلیل شبکه‌ای اقدام به رتبه بندی و وزن دهی به این شاخص ها شده و سپس از تکنیک تجزیه و تحلیل تحلیل شبکه‌ای برای دستیابی به هدف پژوهش استفاده شد. برای انجام محاسبات به روش تحلیل شبکه‌ای مراحل زیر به ترتیب انجام گرفت:۱- اولویت‌بندی معیارهای اصلی براساس هدف از طریق مقایسه زوجی ۲- شناسایی روابط درونی میان معیارهای اصلی با تکنیک دیمتل ۳- اولویت‌بندی هریک از زیرمعیارها در خوشه مربوط به خود از طریق مقایسه زوجی ۴- شناسایی روابط درونی میان زیرمعیارها با تکنیک دیمتل ۵- محاسبه سوپرماتریس اولیه، سوپرماتریس موزون و سوپرماتریس حد. به این ترتیب اولویت نهایی شاخص‌ها مشخص شده است سپس تجزیه و تحلیل داده ها انجام و نتایج زیر در این مقاله مورد توجه می باشد:

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۱۲- اولویت نهایی شاخص‌های اینترنت اشیاء صنعتی (با وزن)

شاخص‌های اینترنت اشیاء صنعتی		وزن کلی	وزن نرمال	وزن ایده‌ال	رتبه
c۱۱	هوش مصنوعی	۰,۰۴۱	۰,۰۸۲	۰,۹۲۳	۲
c۱۲	ارتباط	۰,۰۲۹	۰,۰۵۷	۰,۶۴۵	۱۰
c۱۳	حسگرها	۰,۰۴۰	۰,۰۸۰	۰,۸۹۶	۵
c۱۴	اشتغال فعال	۰,۰۳۴	۰,۰۶۸	۰,۷۶۵	۸
c۱۵	استفاده از تجهیزات کم	۰,۰۲۳	۰,۰۴۶	۰,۵۲۱	۱۵
c۲۱	بهینه سازی فناوری	۰,۰۴۱	۰,۰۸۲	۰,۹۲۱	۳
c۲۲	اشتغال مشتری	۰,۰۲۴	۰,۰۴۹	۰,۵۵۰	۱۳
c۲۳	کاهش موارد اضافی	۰,۰۳۹	۰,۰۷۸	۰,۸۸۲	۶
c۲۴	جمع آوری داده بهبود یافته	۰,۰۲۳	۰,۰۴۷	۰,۵۲۵	۱۴
c۲۵	بهبود فرآیند های کاری	۰,۰۲۸	۰,۰۵۵	۰,۶۲۳	۱۱
c۳۱	پیچیدگی	۰,۰۲۹	۰,۰۵۸	۰,۶۵۶	۹
c۳۲	حریم شخصی	۰,۰۳۹	۰,۰۷۸	۰,۸۷۶	۷
c۳۳	امنیت	۰,۰۴۴	۰,۰۸۹	۱,۰۰۰	۱
c۳۴	سازگاری	۰,۰۴۰	۰,۰۸۰	۰,۹۰۰	۴
c۳۵	انعطاف‌پذیری	۰,۰۲۵	۰,۰۵۱	۰,۵۶۸	۱۲

شاخص امنیت از بیشترین اهمیت برخوردار است. هوش مصنوعی در اولویت دوم است. بهینه سازی فناوری در جایگاه سوم اهمیت قرار دارد. سایر شاخص‌ها و رتبه اهمیت آنها براساس وزن نرمال شده در جدول شماره ۱۳ آمده است.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۱۳- اولویت نهایی شاخص‌های اینترنت اشیاء صنعتی

شاخص‌های اینترنت اشیاء صنعتی		رتبه
c۱۱	هوش مصنوعی	۲
c۱۲	ارتباط	۱۰
c۱۳	حسگرها	۵
c۱۴	اشتغال فعال	۸
c۱۵	استفاده از تجهیزات کم	۱۵
c۲۱	بهینه سازی فناوری	۳
c۲۲	اشتغال مشتری	۱۳
c۲۳	کاهش موارد اضافی	۶
c۲۴	جمع آوری داده بهبود یافته	۱۴
c۲۵	بهبود فرآیند های کاری	۱۱
c۳۱	پیچیدگی	۹
c۳۲	حریم شخصی	۷
c۳۳	امنیت	۱
c۳۴	سازگاری	۴
c۳۵	انعطاف‌پذیری	۱۲

پیشنهاد ها :

- اولویت بندی قابلیت های اینترنت اشیاء صنعتی در بهبود فرآیندهای سازمانی
- با شناسایی تمامی فعالیت هایی که به اینترنت اشیاء پرداخته شود و با پیاده سازی آن به بهبود و سهولت فرایند آن را ممکن سازیم.
- با پیاده ساری اینترنت اشیاء موجب استفاده کمتر و بهینه از تجهیزات در سازمان شویم و در مصرف انرژی صرفه جویی نماییم.
- با خودکار کردن فرایند های جاری موجب تسریع فرایند ها و استفاده بهینه تر از منابع انسانی در سازمان شویم.

قدردانی

از کلیه عزیزانی که در این پژوهش ما را یاری نموده اند کمال تشکر و قدردانی را دارا هستیم.

www.SID.ir

Archive of SID

منابع

اکبری، خاطره (۱۳۹۵)، ***هفت موضوع داغ اینترنت اشیاء*** در سال ۲۰۱۷

پدیداران مقدم، فرهنگ و محمد هژبری بوانلو، ۱۳۹۷، ***بررسی روش های مدیریت موثر منابع حوزه سلامت الکترونیک در اینترنت اشیاء***، کنفرانس بین المللی تحقیقات بین رشته ای در مهندسی برق، کامپیوتر، مکانیک و مکاترونیک در ایران و جهان اسلام، کرج، دانشگاه جامع علمی کاربردی سازمان همیاری شهرداری ها

خدابخشی, محمد, هادی, فاطمه, مطلق ارشتنابی, کامبیز. (۱۳۹۵). ***توسعه مدیریت زنجیره تأمین از طریق بکارگیری فناوری اتوماسیون (خودکارسازی) شناسایی اینترنتی اشیای موجود در سازمان‌ها و مؤسسات***. علمی اندیشه آماد, ۱۵(۵۶),صص ۱۰۷-۱۲۵.

خوشوقت سویری عیسی، قیصری محمد. ***بررسی پتانسیل اینترنت اشیاء مبتنی بر رایانش مه، بر طراحی و ایجاد سامانه تشخیص، هشدار و پاسخ آنی زمین لرزه***. دانش پیشگیری و مدیریت بحران. ۱۳۹۷; ۸ (۲): صص۱۷۳-۱۸۶

طهرانی سیدصادق ، قیصری مهسا و محمد ، ۱۳۹۶، ***هوشمندسازی صنعتی با بکارگیری فناوری اینترنت اشیاء (حوزه تخصصی زنجیره تامین)***، نخستین کنفرانس ملی پیشرفت ها و فرصت های فناوری اطلاعات و ارتباطات، تهران، دانشگاه فرهنگیان

فرجی، زهره و مهتاب جمالی، ۱۳۹۷، ***گسترش اینترنت اشیاء جهت تحولی نو در دنیای امروز و تاثیرات آن در حریم خصوصی***، دومین همایش بین المللی مهندسی برق، علوم کامپیوتر و فناوری اطلاعات، همدان

فیض منش، فرزانه و طاهره ناصری بوری آبادی، ۱۳۹۷، ***مروری بر سامانه های پایش سلامت مبتنی بر اینترنت اشیاء***، اولین همایش فناوری اطلاعات و ارتقاء سلامت، تهران، انجمن فناوری اطلاعات و ارتقا سلامت،

قربانی سرکتی، محمداسماعیل و محمد غلامی، ۱۳۹۷، ***بررسی شاخص های شهر هوشمند با فناوری اینترنت اشیاء IOT و بکارگیری ارتباطات M2M***، سومین کنفرانس سالانه ملی مهندسی برق، کامپیوتر و بیو الکتریک ایران، مشهد، موسسه علمی آموزشی و پژوهشی ارگ،

کریمی، حامد و محمود احمدی، ۱۳۹۷، ***بهبود حافظه پروتکل مسیریابی RPL در اینترنت اشیاء با استفاده از فیلتر بلوم***، دومین همایش بین المللی مهندسی برق، علوم کامپیوتر و فناوری اطلاعات، همدان.

متانی مهرداد، ۱۳۸۶، ***مبانی روش تحقیق در مدیریت***، قائمشهر: مهر البنی، ۱۳۸۶.

www.SID.ir

Archive of SID

نوذری، شیدا،۱۳۹۶، ***کاربرد اینترنت اشیاء صنعتی جهت ردیابی گازهای مضر در صنایع پتروشیمی***

ویسه، علیرضا و فریدون اوحدی، ۱۳۹۷، ***سامانه نگهداری و تعمیرات کامپیوتری مبتنی بر فناوری اینترنت اشیاء***، پنجمین کنفرانس ملی پژوهشهای کاربردی در مدیریت و حسابداری، تهران، انجمن مدیریت ایران

Ashton, K. (2009). ***That 'internet of things' thing***. RFiD Journal, 22(7), pp.97-114.

Buckl, C., Sommer, S., Scholz, A., Knoll, A., Kemper, A., Heuer, J., & Schmitt, A. (2009, May). ***Services to the field: An approach for resource constrained sensor/actor networks***. In 2009 International Conference on Advanced Information Networking and Applications Workshops (pp. 476-481). IEEE.

Jayavardhana،G. Rajkumar، B.،Slaven،M. Marimuthu، P. (2013). ***Internet of Things (IoT): A vision، architectural elements، and future directions.*** Future Generation Computer Systems ،29(7)، 1645–1660.

Fidel، P.، Schlesinger، W.، & Cervera، A. (2015). ***Collaborating to innovate: Effects on customer knowledge management and performance***. Journal of business research، 68(7)، pp.1426-1428.

Gebus, S., & Leiviskä, K. (2009). ***Knowledge acquisition for decision support systems on an electronic assembly line***. Expert systems with applications, 36(1), pp.93-101.

Gubbi, J., Buyya, R., Marusic, S., & Palaniswami, M. (2013). ***Internet of Things (IoT): A vision, architectural elements, and future directions***. Future generation computer systems, 29(7), pp.1645-1660.

Martínez-López, F. J., & Casillas, J. (2013). **Artificial intelligence-*based systems applied in industrial marketing: An historical overview, current and future insights***. Industrial Marketing Management, *42*(4), pp.489-495.

Gronau, N., Ullrich, A., & Teichmann, M. (2017). ***Development of the industrial IoT competences in the areas of organization, process, and interaction based on the learning factory concept***. *Procedia Manufacturing*, *9*,pp. 254-261.

Da Xu, L., He, W., & Li, S. (2014). ***Internet of things in industries: A survey***. IEEE Transactions on industrial informatics, 10(4), pp.2233-2243.

Vermesan, O., & Friess, P. (Eds.). (2013). ***Internet of things: converging technologies for smart environments and***

www.SID.ir

Archive of SID

integrated ecosystems. River publishers.
Shin, T. H., Chin, S., Yoon, S. W., & Kwon, S. W. (2011). ***A service-oriented integrated information framework for RFID/WSN-based intelligent construction supply chain management***. Automation in Construction, 20(6), pp.706-715.
Shen, G., & Liu, B. (2010). ***Research on Application of Internet of Things in Electronic commerce***. In 2010 Third International Symposium on Electronic Commerce and Security (pp. 13-16). IEEE.

www.SID.ir