مجله انفورماتیک سلامت و زیست پزشکی
مرکز تحقیقات انفورماتیک پزشکی
دوره هفتم شماره دوم. ص ۲۰۰-۱۹۰، ۱۳۹۹

مقاله پژوهشی

بررسی جایگاه سیستم‌های اطلاعات سلامت مبتنی بر اینترنت اشیاء در یک چارچوب مفهومی سه بعدی

شیرین عیانی[۱]، خدیجه مولایی[۲]*، محمد جواد مه‌آبادی[۳]

• دریافت مقاله: ۹۹/۲/۹ • پذیرش مقاله: ۹۹/۲/۲۹

مقدمه: توانایی انتقال داده بر بستر اینترنت اشیاء به منظور اخذ تصمیم‌گیری‌های صحیح و به موقع از طریق جمع‌آوری داده‌های دقیق، قدرت تعاملی فرا تصوری را فراهم آورده و به هوشمند شدن دنیای پیرامون و اخذ تصمیمات اتوماتیک منتج گردیده است. هدف از مطالعه حاضر بررسی جایگاه سیستم‌های اطلاعات سلامت مبتنی بر اینترنت اشیاء در یک چارچوب مفهومی سه بعدی است.

روش: در این مطالعه توصیفی- کاربردی ابتدا به منظور استخراج مطالعات مرتبط به معماری سیستم‌های اطلاعات سلامت مبتنی بر اینترنت اشیاء مرور متون جامعی در پایگاه داده‌های PubMed, Scopus, Web of Science و IEEE صورت گرفت. سپس، جهت تحلیل و طبقه‌بندی اطلاعات استخراج شده و رسیدن به یک اجماع در رابطه با تبیین جایگاه سیستم‌های اطلاعات سلامت مبتنی بر اینترنت اشیاء سه جلسه هم‌اندیشی (با تشکیل یک کمیته تخصصی) برگزار شد.

نتایج: مطابق با یافته‌ها، جایگاه سیستم‌های اطلاعات سلامت با توجه به اهم عملکرد و کاردبردها در سه سطح ارتباطی جامعه، پروتکل‌های تشخیصی و درمانی و زیر ساخت اینترنت اشیاء تبیین گردید. جانمایی سیستم‌های اطلاعاتی در این چارچوب نمایانگر ارتباط بین بخش‌های مختلف از یک ساختار سازمانی در حوزه سلامت بود که از جمع‌آوری داده در پایین‌ترین سطح تا تولید دانش در بالاترین سطح را شامل می‌شود.

نتیجه‌گیری: مفهوم کاربردی اینترنت اشیاء به عنوان زیرساختی اساسی در طراحی اکثر سیستم‌های اطلاعات سلامت فعلی مغفول واقع شده است. بکارگیری مدل پیشنهادی می‌تواند به عنوان راهنمایی برای طراحان و متخصصان فناوری اطلاعات و انفورماتیک پزشکی در طراحی این سیستم‌ها باشد و به افزایش کیفیت طراحی سیستم‌ها منجر گردد.

کلید واژه‌ها: اینترنت اشیاء، مراقبت سلامت، سیستم‌های اطلاعات سلامت، چارچوب مفهومی

•**ارجاع:** عیانی شیرین، مولایی خدیجه، مه‌آبادی محمدجواد. بررسی جایگاه سیستم‌های اطلاعات بهداشتی مبتنی بر اینترنت اشیاء در یک چارچوب مفهومی سه بعدی. مجله انفورماتیک سلامت و زیست پزشکی ۱۳۹۹؛ ۷(۲): ۲۰۰-۱۹۰.

۱. دکتری انفورماتیک پزشکی، مرکز تحقیق و توسعه سلامت الکترونیک و بیمارستان هوشمند، شرکت سلامت الکترونیک رایمند، تهران، ایران
۲. دانشجوی دکتری انفورماتیک پزشکی، دانشکده مدیریت و اطلاع‌رسانی پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی کرمان، کرمان، ایران
۳. کارشناسی ارشد تجارت الکترونیک، مؤسسه آموزش عالی غیرانتفاعی الکترونیکی فاران (مهر دانش)، تهران، ایران
* **نویسنده مسئول:** خدیجه مولایی
آدرس: کرمان، دانشکده مدیریت و اطلاع‌رسانی پزشکی، دانشگاه علوم پزشکی کرمان
•**شماره تماس:** ۰۹۱۸۹۴۸۰۶۳۷
• **Email:** Moulaei.kh91@gmail.com

[Downloaded from jhbmi.com on 2024-10-12]

مقدمه

اینترنت اشیاء (Internet of Things)IoT به عنوان مجموعه‌ایی متصل از افراد، اشیاء، سرویس‌ها و شبکه‌ها در هر زمان و هر مکان [۱،۲]، ابر رویکردی در فناوری‌های نسل بعد است که با اتکا به اشیاء، دستگاه‌های هوشمند متصل به هم و قابلیت‌های شناسایی منحصربه‌فرد توانسته است، طیف وسیعی از کسب و کار را تحت تأثیر قرار دهد و به ایجاد کسب و کارهای جدید نیز منجر شود [۱]. اینترنت اشیاء امیدوارکننده‌ترین راه‌حل برای صنعت مراقبت سلامت است [۳] که می‌تواند صنعت بهداشت و درمان را با بهبود راندمان عملیاتی، افزایش کیفیت خدمات مختلف و بهینه‌سازی هزینه‌های مراقبت سلامت متحول کند [۴]. تحقیقات نمایانگر این واقعیت هستند که به کارگیری ابزارهای هوشمند مبتنی بر اینترنت اشیاء در سیستم‌های اطلاعات سلامت می‌تواند به بالارفتن قابلیت‌های ویژه‌ایی منجر گردد به نحوی که با هوشمند شدن این سیستم‌ها، کارایی و بهره‌وری بالایی را شاهد باشیم [۵].

پیش‌بینی شده است تا سال ۲۰۲۵، در بین حوزه‌ها و صنایع مختلف، حوزه بهداشت و درمان با ۴۱ درصد، بیشترین کاربرد را به خود اختصاص خواهد داد. این پیش‌بینی را می‌توان نتیجه مزایایی فراهم شده توسط IoT دانست. یکی از این مزایا، اتوماسیون کردن ورود داده‌های سلامت به سیستم‌های اطلاعاتی است [۶]. دستگاه‌های پزشکی در حال تولید داده‌های سلامت مختلفی هستند که می‌بایست امکان ذخیره‌سازی آن‌ها در سیستم‌های اطلاعات سلامت فراهم گردد. این دستگاه‌ها که به دسته‌های نظارت بر دارو، علائم حیاتی، فعالیت، علائم ایمنی، شناسایی و هویت بیمار و نظارت بر آزمایشگاه طبقه‌بندی می‌شوند، بخش زیادی از داده‌های مورد نیاز سیستم‌های اطلاعات سلامت را فراهم می‌آورند [۷]. از سوی دیگر، سهم بالای تأثیرپذیری صنعت بهداشت و درمان از IoT و همچنین پیش‌بینی صورت گرفته مبنی بر رشد تعداد دستگاه‌های مبتنی بر IoT به تعداد ۵۰ میلیارد دستگاه تا سال ۲۰۲۰، نشان از آن دارد که تولید دستگاه‌های پزشکی و سیستم‌های اطلاعات سلامت مبتنی بر IoT، امکان جمع‌آوری بلادرنگ و دسته‌بندی داده‌های پزشکی، بهره‌گیری از تکنولوژی محاسبات ابری (Cloud computing) و دسترسی به سرویس‌های انبارش به جهت ذخیره‌ساری خودکار داده‌ها و تحلیل انبوه داده‌های سلامت را مقدور ساخته است؛ بنابراین انجام فعالیت‌های تحقیقاتی و تبیین برنامه‌های استراتژیک سلامت مبتنی بر فناوری اینترنت اشیاء میسر خواهد شد [۸].

از آنجا که IoT هنوز در مراحل ابتدایی خود است، تحقیقات در زمینه معماری فناوری‌های مبتنی بر اینترنت اشیاء و معیارهایی که دنیای مجازی و دنیای واقعی را در یک چارچوب یکپارچه ادغام کنند، بسیار اندک است. همچنین، با توجه به مشخصه‌ها و پیچیدگی چند جانبه در حوزه اینترنت اشیاء و ویژگی‌های خاص هر پیاده‌سازی، به نظر می‌رسد مدل‌های سنتی تجارت الکترونیک برای توصیف و اجرای موفقیت‌آمیز خدمات عمومی و راهکارهای مبتنی بر IoT مناسب نباشند. در عوض، درک مشترک، طراحی و به کارگیری موفقیت‌آمیز فناوری‌های مبتنی بر اینترنت اشیاء و تولید ارزش عمومی نیاز به دیدگاهی کامل و جامعی دارد که همه جنبه‌های مربوط را در نظر بگیرد و آن‌ها را در یک چارچوب یکپارچه ترکیب کند [۹]. چارچوب مفهومی به مجموعه‌ای از مفاهیم و یا ساختارهای کاملاً تعریف شده اشاره دارد که به طور منظم سازمان‌دهی می‌شوند تا با تمرکز بیشتر، پایه‌ای منطقی و ابزاری برای ادغام و تفسیر اطلاعات و داده‌ها ارائه شود [۱۰]. چارچوب‌های مفهومی نه تنها انتزاع و مفهوم‌سازی یک موضوع تحقیق پیچیده را تسهیل می‌کنند، بلکه درک روابط ساختاری و درونی یک سیستم برای رسیدن به هدفی مشخص را نیز پشتیبانی و فراهم می‌آورند [۹]. Abreu و همکاران در مطالعه خود اظهار نمودند که برای دستیابی به برقراری ارتباط کارآمد و مفید بین دستگاه‌های جمع‌آوری داده و سیستم محاسبه پیش‌بینی در فناوری‌های مبتنی بر اینترنت اشیاء، وجود معماری‌های انعطاف‌پذیری برای استمرار خدمات، امری لازم و ضروری است [۱۱]. استانداردسازی معماری‌ها و چارچوب‌های مفهومی می‌توانند به عنوان ستون فقرات برای IoT ایجاد شوند تا یک محیط رقابتی برای شرکت‌ها برای ارائه محصولات با کیفیت را ایجاد کنند [۶].

با توجه به اظهارات ذکر شده در مطالب فوق نسبت اهمیت خطیر معماری‌ها و چارچوب‌های مفهومی اینترنت اشیاء و از آنجایی که تلاش‌های بسیار کمی در زمینه معرفی و شناساندن معماری و چارچوب‌های مفهومی اینترنت اشیاء در ابعاد مختلف تئوری و عملیاتی صورت گرفته است، در این مطالعه سعی گردید تا جایگاه سیستم‌های اطلاعات سلامت مبتنی بر اینترنت اشیاء در یک چارچوب مفهومی سه بعدی با توجه به نمایش روابط تکاملی این سیستم‌ها و دستیابی به نتایج ارزشمند آن‌ها در یک بافت مشخص بررسی و ارائه گردد. ارائه

[Downloaded from jhbmi.com on 2024-10-12]

این معماری یا چارچوب‌های مفهومی اینترنت اشیاء می‌تواند به عنوان دانشی زمینه‌ایی در نظر گرفته شود تا بتواند یک محیط رقابتی را برای شرکت‌ها فراهم کند تا محصول باکیفیت‌تری را برای مشتریان خود ارائه دهند. همچنین، موجبات شناسایی و رفع چالش‌های مربوط به مسائل زیرساختی در به کارگیری سیستم‌ها در سازمان‌های مختلف فراهم شود.

روش

این مطالعه از نوع توصیفی- کاربردی بود. به منظور انجام این مطالعه ابتدا، انواع بانک‌های اطلاعاتی علمی و موتور جستجو اعم از PubMed, Scopus, Web of Science و IEEE با استفاده از کلید واژه‌های مرتبط و با توجه به استراتژی از پیش تعیین شده که در ادامه مطرح گردیده‌اند، مورد جستجو قرار گرفتند.

به منظور جستجوی دقیق، لیستی از کلیدواژه‌هایی که برای تبیین جایگاه سیستم‌های اطلاعات سلامت مبتنی بر اینترنت اشیاء مورد استفاده قرار می‌گیرند از مطالعات منتشر شده استخراج شدند. سپس معادل مش آن‌ها بررسی و در نهایت، مورد استفاده قرار گرفتند. این کلید واژه‌ها به شرح ذیل می‌باشند.

Internet of Things (IoT), Health IOT, IOT device, Sensor, Smart sensor , Information Technology, Model, System model, Analyze, Design, Evaluation, Protocol, Standard, Architecture, Framework, Criteria, Tools, Application, Interoperability, Tele- Health, Tele- monitoring, Telemedicine, Monitoring, Health turism, E-health, M-health, Health Care, Cloud computing, Chronic disease, Management, Solution

به منظور یافتن مطالعات مورد کاربرد، استراتژی جست‌و جوی زیر مورد استفاده قرار گرفت.

[(Internet of Things OR IoT* OR Medical Internet of Things OR MIOT OR Modeling OR Design OR Analysis OR Sensor* OR Smart* OR Architecture OR Framework OR Tools) AND (Telehealth OR Telemonitoring OR Telemedicine OR Health Information system OR E-health OR M-health OR Health Care)]

معیارهای ورود مطالعات شامل انتشار مقاله به زبان انگلیسی، دسترسی به متن کامل مقالات، به روز بودن مقالات و تمرکز بر روی تبیین جایگاه سیستم‌های اطلاعات سلامت مبتنی بر اینترنت اشیاء در یک چارچوب مفهومی بود. معیارهای خروج نیز شامل مواردی همانند جامع نبودن مقالات در بیان دقیق اهداف مطالعه حاضر بود. همچنین، کتاب و فصول کتاب، نامه به سردبیر و چکیده همایش‌ها حذف شدند.

در مرحله بعدی ابتدا عنوان، چکیده و کلیدواژه‌های تمامی مقالات وارد شده به مطالعه، توسط دو نفر از محققان(مولایی و مه آبادی) مورد بررسی قرار گرفتند. سپس، مقالات غیر مرتبط از مطالعه حذف، متن کامل مقالات مرتبط و آن دسته از مقالاتی که نسبت به آن‌ها از بعد مرتبط بودن با هدف مطالعه حاضر تردید وجود داشت دانلود و هر کدام در پوشه‌های مجزا ذخیره شدند. در گام بعد تمامی مقالات مرتبط و آن دسته از مطالعاتی که نسبت به آن‌ها تردید وجود داشت، توسط یک نفر دیگر از محققان (عیانی) مورد بررسی مجدد قرار گرفتند. در نهایت نیز متن کامل مقالات توسط هرسه محقق مطالعه شدند و تمامی نکات موجود در آن‌ها برجسته گردید. سپس برای بررسی و تمرکز بیشتر بر روی آن‌ها در جلسات هم‌اندیشی، دو نسخه از هر کدام بر روی کاغذ چاپ شد.

به منظور انجام این مرحله از مطالعه، مطالعات استخراج شده در مرحله قبل به عنوان مبنای بحث قرار داده شدند. در این مرحله مقالات تأیید شده در مرحله قبل در طول برگزاری سه جلسه هم‌اندیشی در بین یک کمیته تخصصی از خبرگان برای رسیدن به یک اجماع فکری به اشترک گذاشته شدند. کمیته تخصصی متشکل از سه متخصص در حوزه کامپیوتر و دو متخصص در انفورماتیک پزشکی بود. در جلسه اول، هدف اصلی پژوهش در بین اعضای کمیته تبیین و تحلیل شد، نمونه مقالات چاپ شده در بین متخصصان ارائه و در طول یک جلسه یک ساعته مورد بحث قرار گرفتند. همچنین، آن دسته از محققانی که رغبتی به به بررسی نسخه‌های چاپی نداشتند، متن کامل مقالات بر روی کامپیوتر به آن‌ها عرضه شد.

[Downloaded from jhbmi.com on 2024-10-12]

در جلسه دوم نیز مشابه مرحله قبل، مدل‌های مختلفی که در حوزه بالینی برای اینترنت اشیاء ارائه شده بودند، در قالب چاپی یا ارائه در کامپیوترهای شخصی افراد در طول دوساعت مورد بررسی و تحلیل قرار گرفتند. در پایان این جلسه، با توجه به نتایج حاصل از جلسه اول و دوم، دانش و تجربه افراد عضو کمیته، از آن‌ها خواسته شد که پارامترها و شاخص‌هایی که برای طراحی و ارائه یک چارچوب مفهومی جامع مبتنی بر اینترنت اشیاء لازم هستند را در جلسات بعدی ارائه دهند.

لازم به ذکر است، پس از پایان هر دو جلسه تمامی نکات مربوطه توسط محققان از طریق برنامه کاربردی مبتنی بر موبایل Easy Voice Recorder ضبط و بر روی کاغذ به منظور بررسی بیشتر یاداشت شدند.

در جلسه سوم که یک هفته بعد از جلسه دوم برگزار گردید، ابتدا تمامی شاخص‌ها و فاکتورهای مربوط به ارتباط دستگاه‌ها با سیستم‌های اطلاعاتی، پایگاه‌های ذخیره داده، میان افزارها، پروتکل‌ها و استاندارهای مؤثر بر IoT، لایه‌های مختلف، ارتباط بین لایه‌ها، سرویس‌ها و خدمات ارائه شده در هر لایه، سطوح ارتباطی مختلف، ماژول‌ها و پروتکل‌های ارتباطی، جمع‌آوری، پردازش و انتقال داده‌ها در بین سطوح مختلف، نمونه شبکه‌های مختلف، تجهیزات موردنیاز، پلتفرم‌ها، احتمالات خطاء، مقیاس‌پذیری، پهنای‌باند، بلادرنگ بودن، دسترسی‌پذیری، قابلیت اطمینان و امنیت در سطوح مختلف از سوی اعضای کمیته تخصصی مطرح و سپس مورد بررسی و تحلیل قرار گرفتند. سپس، مطابق با نظر خبرگان تعدادی از این شاخص‌ها از مطالعه کنار گذاشته شدند و تعدادی دیگر نیز برای ارائه چارچوب مفهومی سه بعدی انتخاب و مورد بحث و تحلیل قرار گرفتند. سپس، بر اساس پارامترها و شاخص‌های منتخب، بررسی مدل‌های زیرساختی IoT مستخرج از منابع مورد مطالعه و دانش اختصاصی اعضای خبره، مدل ۴ لایه مبتنی بر IoT پیشنهاد و تأیید گردید. این مدل در شکل ۱ قابل مشاهده است. در همین کمیته تخصصی بر اساس اطلاعات مستخرج از منابع مورد مطالعه و نتایج حاصل از دو جلسه قبل، ابعاد چارچوبی که جایگاه سیستم‌های اطلاعات را مشخص می‌کنند، در سه بعد اثرگذار اعم از «سطوح ارتباطی جامعه»، «پروتکل‌های تشخیصی و درمانی» و «زیر ساخت اینترنت اشیاء» ارائه شدند (شکل ۲).

نتایج

جدول ۱ توزیع فراوانی مشخصات افراد خبرگان شرکت کننده در پژوهش را نشان می‌دهد. مطابق با این جدول فراوانی زنان شرکت‌کننده از مردان بیشتر بود. بیشترین گروه سنی افراد مشارکت‌کننده به گروه سنی ۳۶ تا ۴۵ اختصاص داشت. از نظر میزان تحصیلات نیز فراوانی افراد با مدرک کارشناسی‌ارشد ارشد بیشتر از دکتری بودند. همچنین، فراوانی مربوط به تخصص افراد در رشته کامپیوتر بیشتر از انفورماتیک پزشکی بود.

جدول ۱: توزیع فراوانی افراد شرکت کننده در پژوهش برحسب مشخصات فردی

متغیر		تعداد	درصد فراوانی
	مرد	۱	۲۰
جنس	زن	۴	۸۰
سن	۲۵-۳۵	۱	۲۰
	۳۶-۴۵	۴	۸۰
میزان تحصیلات	کارشناسی ارشد	۳	۶۰
	دکتری	۲	۴۰
نوع تخصص	انفورماتیک پزشکی و	۲	۴۰
	کامپیوتر(نرم‌افزار، سخت‌افزار و فناوری اطلاعات)	۳	۶۰
سابقه خدمت	۱-۱۰	۱	۲۰
	۱۱-۲۱	۴	۸۰

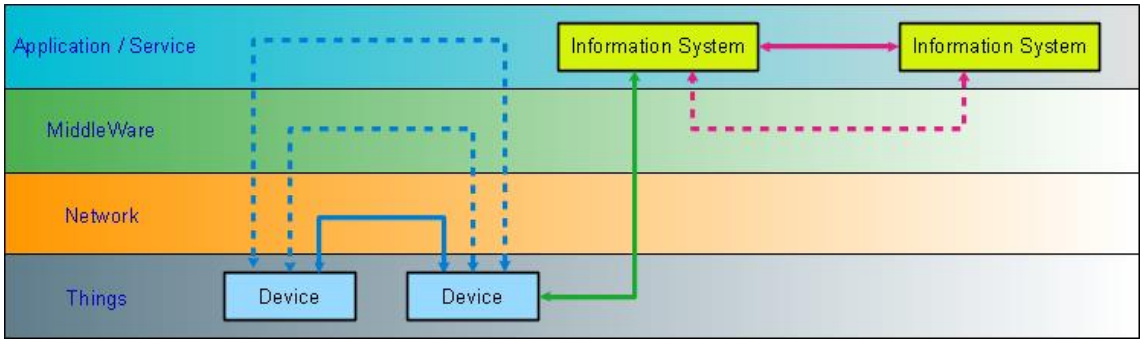
[Downloaded from jhbmi.com on 2024-10-12]

سیستم‌های اطلاعات سلامت انواع مختلفی دارند که می‌توانند سیستم‌های مختلفی همانند رجیستری بیمارستانی، سیستم‌های اطلاعات مالی، زمان‌بندی، سیستم‌های اطلاعات آزمایشگاهی، سیستم‌های اطلاعات دارویی، سیستم‌های اطلاعات رادیولوژی، ارتباط و بایگانی تصویر، آموزش الکترونیکی و اطلاع‌رسانی اجتماعی، پرونده الکترونیکی بیمار و خانه‌های هوشمند سلامت را شامل شوند [۱۵-۱۲]. مطابق یافته‌های حاصل از مرور متون، جلسات هم‌اندیشی و بررسی شاخص‌ها و فاکتورهای مربوط به ارتباط دستگاه‌ها با سیستم‌های اطلاعاتی، پایگاه‌های ذخیره داده، میان افزارها، پروتکل‌ها و استاندارهای مؤثر بر IoT، انواع لایه‌ها، ارتباط بین لایه‌ها، سرویس‌ها و خدمات ارائه شده هر لایه، سطوح ارتباطی مختلف، ماژول‌ها و پروتکل‌های ارتباطی، جمع‌آوری، پردازش و انتقال داده‌ها در بین سطوح مختلف، نمونه شبکه‌های مختلف، تجهیزات موردنیاز و امنیت در سطوح مختلف مشخص شد که این سیستم‌ها می‌توانند در چارچوب‌های متفاوتی جانمایی شوند. این چارچوب‌ها می‌توانند در سه بعد اثرگذار اعم از «سطوح ارتباطی جامعه»، «پروتکل‌های تشخیصی و درمانی» و «زیر ساخت اینترنت اشیاء» جای داده شوند. لازم به ذکر است مطابق با نظر خبرگان مطالعه از تحلیل و بررسی بیشتر شاخص‌ها و فاکتورهای مربوط به مباحث پلتفرم‌ها، احتمالات خطا، مقیاس‌پذیری و پهنای باند، بلادرنگ بودن، دسترسی‌پذیری، قابلیت اطمینان، امنیت به دلیل دور بودن از هدف مطالعه صرف‌نظر شد.

در ادامه هرکدام از سه بعد «سطوح ارتباطی جامعه»، «پروتکل‌های تشخیصی و درمانی» و «زیر ساخت اینترنت اشیاء» با توجه به یافته‌های حاصل از شکل ۱ و ۲ به همراه زیر مجموعه‌های آن‌ها تبیین و شرح داده شده‌اند.

۱-زیرساخت IoT (ارتباط دستگاه‌ها با سیستم‌های اطلاعاتی)

توجه به زیرساخت IoT در طراحی دستگاه‌ها و سیستم‌های اطلاعات سلامت از اهمیت بالایی برخوردار است به طوری که مدل‌های مختلفی در خصوص معماری IoT مطابق با آن‌ها ارائه گردیده است. این مدل‌ها شامل لایه‌هایی هستند که عملکرد سنسورها و قابلیت ارتباط و همچنین خدمات و سرویس‌های مبتنی بر IoT را توصیف می‌کنند [۱۸-۱۶]. شکل ۱ نشان دهنده نوع ارتباط بین دستگاه‌ها و سیستم‌های اطلاعاتی در مدل چهار لایه IoT است که می‌بایست به عنوان زیر ساخت در طراحی سیستم‌های اطلاعات سلامت مبتنی بر IoT مورد توجه قرار گیرد.



شکل ۱: مدل ٤ لایه IoT (ارتباط دستگاه‌ها با سیستم‌های اطلاعاتی)

با توجه به شکل ۱، سه نوع ارتباط بین دستگاه‌ها و سیستم‌های اطلاعاتی مبتنی بر IoT وجود دارد:

۱-۱- ارتباط ماشین به ماشین: زمانی که دستگاه‌ها و سنسورها جهت ارسال، دریافت داده و دستورات کنترلی با یکدیگر ارتباط برقرار می‌کنند، لایه شبکه اطلاعات مربوط به سنسورها را دریافت و با استفاده از پروتکل‌های ارتباطی استاندارد، اقدام به انتقال اطلاعات به دستگاه دیگر می‌نماید. دستگاه‌های پیچیده‌تر، جهت انتقال داده‌های تولید شده و یا ارسال دستورات کنترلی ممکن است نیازمند به کارگیری میان‌افزارهایی باشند که این عمل به کمک لایه میان‌افزار صورت می‌پذیرد. همچنین، به منظور استفاده از سرویس‌ها و خدمات در دستگاه‌های پیشرفته‌تر، از لایه کاربرد / خدمات استفاده می‌گردد.

۱-۲- ارتباط ماشین به سیستم اطلاعاتی: این ارتباط به صورت دوطرفه در جهت دریافت داده‌های تولید شده از دستگاه‌ها و همچنین کنترل‌های پیشرفته‌تر از طریق

[Downloaded from jhbmi.com on 2024-10-12]

سیستم‌های اطلاعاتی صورت خواهد گرفت. اطلاعات دریافتی از دستگاه‌ها از طریق لایه شبکه وارد لایه میان افزار می‌گردد. در صورت لزوم فیلتر کردن داده، تحلیل معنایی و سایر عملیات لازم جهت آماده‌سازی اطلاعات برای لایه کاربرد، عملیات در لایه میان‌افزار انجام خواهد شد. لایه کاربرد نیز خدمات مورد نیاز را جهت ارائه به سیستم اطلاعاتی را فراهم می‌آورد.

۱-۳- ارتباط سیستم اطلاعاتی به سیستم اطلاعاتی: در این مدل ارائه شده ارتباط بین سیستم‌های اطلاعاتی جهت رد و بدل کردن اطلاعات، یکپارچه‌سازی و تولید سرویس‌های مورد نیاز، از طریق لایه کاربرد/خدمات صورت می‌پذیرد. همچنین در صورت نیاز به دسترسی به پایگاه‌های ذخیره داده ابری از لایه میان‌افزار استفاده خواهد شد؛ زیرا برخی تولیدکنندگان دستگاه‌ها از سیستم ذخیره‌سازی ابری اختصاصی خود جهت ذخیره داده‌های دریافتی از دستگاه‌ها استفاده می‌کنند.

۲- پروتکل‌های تشخیصی و درمانی

به طور کلی فرآیندهای درمانی در چهار مرحله صورت می‌گیرد. در مرحله اول امور مربوط به پیشگیری از بیماری صورت می‌گیرد، این مرحله می‌تواند شامل آموزش‌های پیشگیری، اطلاع‌رسانی و همچنین جمع‌آوری برخی داده‌های مربوط به پرونده‌های سلامت افراد باشد. در مرحله دوم امور مربوط به تشخیص بیماری صورت می‌پذیرد. استفاده از داده‌های مکسوب از ابزارهای تشخیصی و اطلاعات به دست آمده از سیستم‌های اطلاعاتی می‌تواند به پزشکان و سیستم بهداشت و درمان در این مرحله یاری رساند. مرحله سوم شامل فرآیندهای مربوط به درمان بیماران و مرحله چهارم امور مربوط به مراقبت و پایش بیماران را شامل می‌شود [۱۹].

۳- سطوح ارتباطی جامعه

این بعد با پنج لایه اعم از «ارتباطات وسیع اجتماعی»، «ارتباط بیمار با مراکز بهداشتی و درمانی»، «ارتباطات بین سازمانی»، «دولت الکترونیک سلامت» و «تحقیق و اکتشاف دانش در مراکز تحقیقاتی» در نظر گرفته شده است.

لایه «ارتباطات وسیع اجتماعی» بیشتر دربرگیرنده ارتباطات مردم با مردم بوده و شامل آموزش‌های عمومی به جامعه به جهت بالا بردن سطح دانش سلامت و آماده‌سازی جامعه در برخورد با بیماری‌ها، اطلاع‌رسانی و مشارکت‌های عمومی همانند آمارگیری و نظرسنجی‌های سلامت است.

لایه دوم که با عنوان «ارتباط بیمار با مراکز سلامت و درمانی» معرفی شده است، عمده فعالیت مربوط به ارتباط افراد با مراکز سلامت و درمانی را شامل شده است. در مراجعات بیمار به این مراکز امور مربوط به نوبت‌دهی جهت ویزیت بیماران، سیستم‌های اورژانس درمانی، درمان‌های حضوری و از راه دور انجام می‌گردد. قابل توجه است که برخی کاربردها همانند خانه‌های هوشمند در مرز بین لایه اول و این لایه قرار می‌گیرند.

لایه سوم که «ارتباط بین سازمان‌های بهداشتی و درمانی» نامیده شد که سیستم‌های اطلاعات سلامتی نظیر گردشگری سلامت و سیستم‌های بیمه را در بر گرفته است. برخی دیگر از سیستم‌ها همانند پرونده الکترونیک سلامت و نسخه‌نویسی الکترونیکی در مرز این لایه و لایه ارتباطات بیمار با مراکز بهداشتی و درمانی قرار داده شدند.

لایه چهارم که با عنوان «دولت الکترونیک سلامت» معرفی شده است، دربردارنده سیستم‌های اطلاعات سلامت و درمانی در سطح کشور و دولت می‌باشد. رجیستری‌های ملی، سیستم‌های مدیریت بحران، سیستم‌های مدیریت ریسک و سیستم‌های اطلاعات جغرافیایی از اهم این سیستم‌ها می‌باشند.

لایه پنجم حاوی سیستم‌های است که به تحقیق و اکتشاف دانش می‌پردازند. سیستم‌های اطلاعات استفاده کننده از مزایای کلان داده‌ها، همچنین کشف دانش و داده‌کاوی از اهم موارد مورد پوشش در این لایه می‌باشند.

نتایج حاصل از جانمایی سیستم‌های اطلاعاتی در ابعاد مذکور در شکل ۲ قابل مشاهده است.

همان‌طور که در شکل ۲ قابل مشاهده است، سطح ارتباط ماشین به ماشین که پایین‌ترین بخش در چارچوب ارائه شده می‌باشد، بیشتر شامل سیستم‌های سخت‌افزاری مبتنی بر اینترنت اشیاء است که با طیف وسیعی از جامعه در ارتباط هستند، اهم کار این سیستم‌ها تولید داده‌های سلامت دریافت شده از سنسورها و ذخیره‌سازی در سیستم‌های اطلاعاتی است. این حجم از داده‌ها که به صورت شبانه‌روزی و اتوماتیک جمع‌آوری می‌گردند، ضمن برآورده‌سازی نیاز سیستم‌ها این سطح به عنوان ورودی سیستم‌های اطلاعات سلامت در سطح بالاتر به کار گرفته می‌شود؛ به عبارت دیگر در این سطح، جمع‌آوری، ذخیره‌سازی و توزیع داده توسط سیستم‌های پردازشی تعاملی (Interactive Processing Systems) ساده انجام می‌پذیرد.

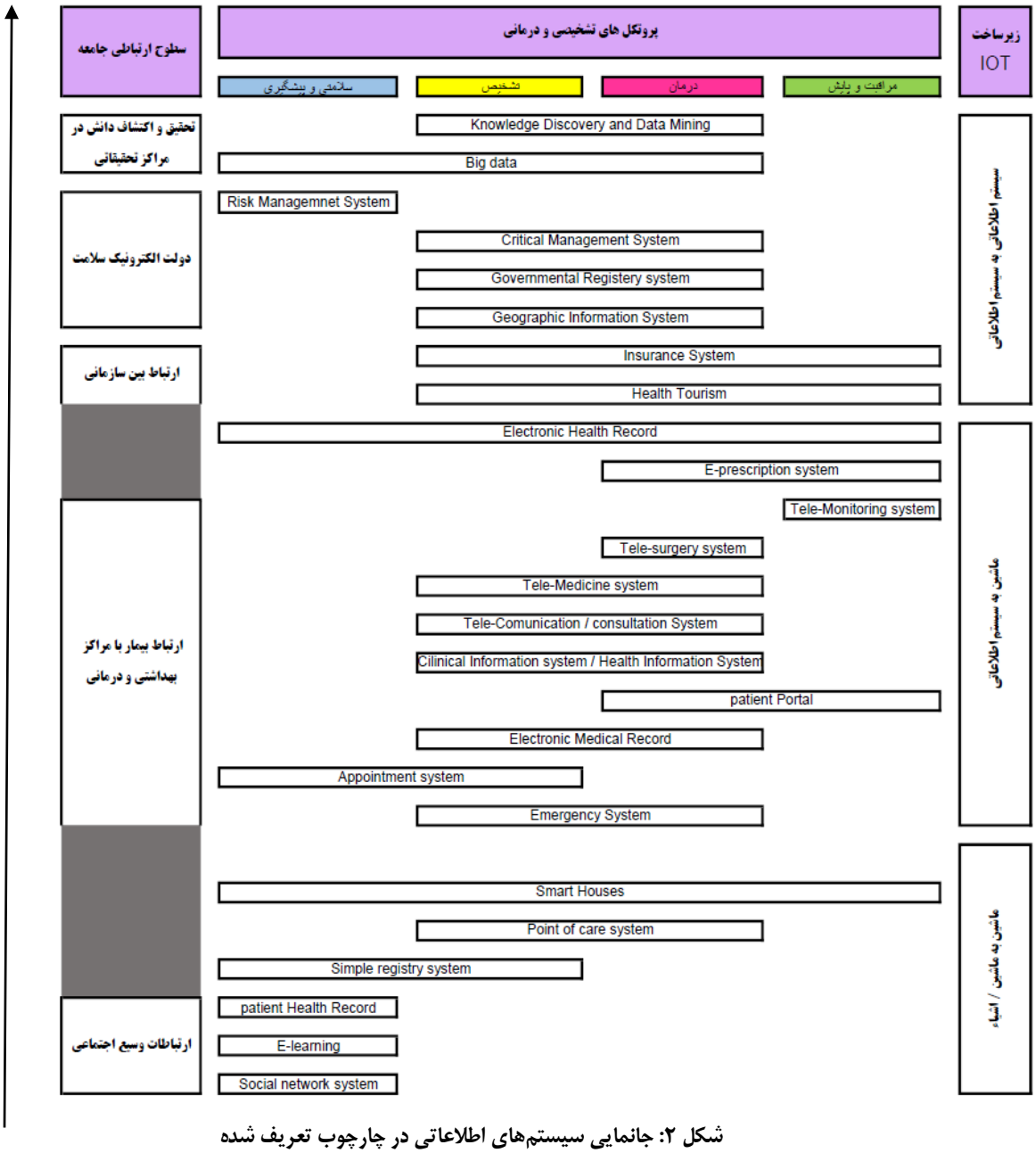
سطح دوم که ارتباط ماشین به سیستم‌های اطلاعاتی را مشخص می‌سازد، عمدتاً شامل سیستم‌هایی است که ارتباط

[Downloaded from jhbmi.com on 2024-10-12]

بیمار را با مراکز درمانی تحت پوشش قرار می‌دهند. تمرکز اصلی در این سطح بر روی اطلاعات حاصل از تحلیل داده‌های ارسالی از سطح پایین‌تر است. سیستم‌های اطلاعاتی موجود در این سطح، عمدتاً شامل سیستم‌های تصمیم‌یاری می‌باشند که با یادآوری و هشدارهای لازم فضای تصمیم‌گیری مناسبی را برای پزشکان فراهم می‌آورند. همچنین سیستم‌های اطلاعات پزشکی از راه دور که فاصله جغرافیایی را حذف و هزینه‌های مربوط به مراجعات و معاینات را کاهش می‌دهند، نیز در این سطح جای دارند.

سطح سوم که بالاترین سطح از مدل ارائه شده است، دربرگیرنده سیستم‌های اطلاعاتی است که ارتباطات بین سازمانی (سازمان‌های بهداشتی و درمانی) را در سطح یک کشور نمایش می‌دهد. جریان داده و اطلاعات دریافتی از سطوح پایین‌تر در این سطح امکانات تولید دانش به وسیله سیستم‌های اطلاعاتی را فراهم آورده است.

به عبارتی هر چه در سطوح مدل مذکور بالاتر رویم، میزان ارزش افزوده حاصل از داده‌های سلامت بیشتر می‌گردد. چنانچه در سطح اول با داده‌های سلامت سرکار داشته، سطح دوم جریان داده به تولید اطلاعات منجر گشته و این اطلاعات در سطح سوم که بالاترین سطح مدل پیشنهادی است به تولید دانش منجر می‌گردد.



شکل ۲: جانمایی سیستم‌های اطلاعاتی در چارچوب تعریف شده

[Downloaded from jhbmi.com on 2024-10-12]

بحث و نتیجه‌گیری

یافته‌های پژوهش نشان داد که سیستم‌های مراقبت سلامت می‌توانند در سه بعد اثرگذار اعم از «سطوح ارتباطی جامعه»، «پروتکل‌های تشخیصی و درمانی» و «زیر ساخت اینترنت اشیاء» جای داده شوند. مطابق با این یافته‌ها در حوزه مراقبت سلامت سه نوع ارتباط سیستم اطلاعاتی به دیگر سیستم اطلاعاتی، ماشین به سیستم اطلاعاتی و ماشین به اشیاء مبتنی بر IoT نیر می‌تواند وجود داشته باشد. همچنین، در سطوح ارتباطی جامعه می‌توان پنج لایه اعم از «ارتباطات وسیع اجتماعی»، «ارتباط بیمار با مراکز بهداشتی و درمانی»، «ارتباطات بین سازمانی»، «دولت الکترونیک سلامت» و «تحقیق و اکتشاف دانش در مراکز تحقیقاتی» را جای داد. Gia و همکاران یک معماری برای پایش وضعیت سلامت مبتنی بر IoT از طریق فراهم آوردن ویژگی‌های پایش سیگنال زیستی نظیر الکتروکاردیوگرام (ECG(Electrocardiogram، الکتروانسفالوگرافی (EEG(Electroencephalography و الکترومیوگرافی (EEG(Electroencephalography برای ارائه بلادرنگ در قالب پزشکی از راه دور به ارائه‌دهندگان خدمات را طراحی نمودند [۲۰]. در مطالعه Gia و همکاران هرچند که بعد از ارائه معماری، پیاده‌سازی آن در دنیای واقعی صورت گرفت؛ اما برخلاف مطالعه حاضر یک زیر ساخت کلی از اینترنت اشیاء در حوزه مراقبت سلامت ارائه نشد، بلکه فقط ابعاد مربوط به پایش سه پارامتر داده‌های قلب، مغز و ماهیچه‌ها مورد تأکید قرار گرفت.

Samaniego و Deters نیز به منظور مدیریت منابع ناهمگن داده‌ها، معماری مبتنی بر فناوری اینترنت اشیاء را ارائه نمودند [۲۱]. در این مطالعه نیز برخلاف مطالعه حاضر در معماری تدوین شده ابعاد مربوط به حوزه مراقبت سلامت مد نظر قرار داده نشد بلکه بر برقراری ارتباط از طریق پروتکل برنامه کاربردی محدود (Constrained Application COAP(Protocol جهت ارتباط منابع مجازی از بعد فنی تأکید شد. تنها وجه تشابه این مطالعه با مطالعه حاضر در نظر گرفتن تقسیم‌بندی لایه‌ایی متشکل از سه لایه انتزاعی نمایش (VAL(View Abstraction Layer، لایه انتزاعی سخت‌افزار (HAL (Hardware Abstraction Layer و لایه فیزیکی بود. در این مطالعه از لایه فیزیکی همانند لایه شبکه مطالعه حاضر، برای برقراری ارتباط بین تجهیزات از طریق استانداردها و پروتکل‌ها استفاده شد. دو لایه، سخت‌افزار و نمایش نیز همانند لایه میان‌افزار این مطالعه به جهت انتقال داده‌های تولید شده و یا ارسال دستورات کنترلی ممکن با هدف کاهش پیچیدگی دسترسی و پیکربندی منابع فیزیکی مد نظر قرار گرفتند. در مطالعه Gope و Hwang معماری مربوط به نیازهای امنیتی متعدد در سیستم مراقبت سلامت مدرن بر پایه شبکه حسگر بی سیم ناحیه بدن (Wireless Body Area WBASN(Sensor Network بررسی و تبیین شد [۲۲]. آن‌ها معتقد بودند که فناوری اینترنت اشیاء می‌تواند در ابعاد پایش بلادرنگ یا فوری وضعیت سلامت بیمار، مدیریت اطلاعات و مدیریت فرآیندهای مراقبت سلامت نقش اساسی را ایجاد کند؛ لذا در نظر گرفتن ابعاد امنیتی بایستی بسیار مهم و قابل توجه باشد. به همین دلیل، در این مطالعه برخلاف مطالعه حاضر تنها ابعاد امنیتی مربوط به محرمانگی داده‌ها، صحت یا یکپارچکی داده، تصدیق و تازگی داده‌ها، گمنامی مکان یا محل ایمن در معماری ارائه شده آن‌ها مد نظر قرار گرفت.

مطابق با مطالعات Chiuchisan و همکاران و Talpur در حال حاضر در بسیاری از بیمارستان‌ها، امور مربوط به مراقبت و نظارت بر وضعیت بیماران به صورت دستی توسط پرستاران صورت می‌پذیرد که این‌ها همواره با خطای انسانی و کاهش کیفیت اطلاعات همراه بوده‌اند. با پیشرفت فناوری‌ها، فرصت‌هایی برای بهبود وضعیت مراقبت‌های سلامت در جهت به حداقل رساندن برخی از این مشکلات و ارائه خدمات شخصی‌تر به وجود آمده است که کارکرد مطلوب سیستم‌های اطلاعات سلامت را منوط به جریان اطلاعات به صورت به لحظه‌ایی و با سرعت بالا نموده‌اند [۲۳،۲۴]؛ لذا همان‌طور که در مدل ارائه شده مشخص است، داده‌های سلامت در پایین‌ترین سطح می‌توانند از طریق سنسورها تولید، در سطح دوم تبدیل به اطلاعات شوند و در نهایت در بالاترین سطح مدل دانش تولید شود. پس بایستی اظهار نمود از آنجایی که تولید دانش در سیستم‌های اطلاعات سلامت زمانی اتفاق می‌افتد که جریان داده و اطلاعات به درستی برقرار گردد، اینترنت اشیاء می‌تواند به عنوان زیر ساختی در طراحی سیستم‌های اطلاعات سلامت به جهت ارتقای کیفیت و افزایش سرعت این موجبات را فراهم آورد. در حال حاضر متأسفانه استفاده از سنسورها و دستگاه‌های هوشمند مبتنی بر IoT در جهت به کارگیری اینترنت اشیاء به عنوان زیرساخت سیستم‌های اطلاعات سلامت در بیمارستان‌ها مغفول واقع شده است. استفاده از این بستر در طراحی سیستم‌های اطلاعات

[Downloaded from jhbmi.com on 2024-10-12]

سلامت، ضمن فراهم آوردن ورود و ذخیره‌سازی خودکار داده‌ها، کاهش هزینه‌ها و خطاهای انسانی، قابلیت تعامل و یکپارچگی سیستم‌های اطلاعات سلامت را بهبود داده و به ارائه خدمات بهداشتی و سلامت با کیفیت منتج شود [۲۵].

از جمله محدودیت‌های پژوهش می‌توان عدم وجود تحقیقات مشابه در رابطه با تبیین و بررسی جایگاه سیستم‌های اطلاعات سلامت مبتنی بر اینترنت اشیاء در یک چارچوب مفهومی خصوصاً در داخل کشور اشاره کرد؛ لذا انجام مطالعات مشابه متناسب با زیرساخت‌سازمانی، فرهنگ، نیازها و امکانات بالینی کشور پیشنهاد می‌شود. همچنین، خبرگان شرکت‌کننده که در انجام مطالعه حاضر همکاری نمودند به تعداد پنج فرد بودند. احتمالاً در صورتی که نمونه‌های بیشتری در مطالعه شرکت داده شوند و از تکنیک‌های مطالعه به روش دلفی استفاده شود، نتایج جامع‌تری به دست خواهد آمد. همچنین، به منظور بهبود و اثبات کاربردی بودن این چارچوب مفهومی پیشنهاد می‌گردد که در صورت داشتن هدف طراحی ساختارمند و یکپارچه یک سیستم یا ابزار مبتنی بر فناوری IoT در حوزه مراقبت سلامت، به منظور تسریع در فرایند طراحی و پیاده‌سازی، ابتدا نمونه چارچوب‌های مفهومی مختلف همانند نمونه چارچوب ارائه شده در مطالعه حاضر مد نظر قرار گیرد، سپس، بر اساس آن‌ها، معماری و چارچوب مفهومی سیستم تدوین و در نهایت، به پیاده‌سازی آن اقدام شود.

در مطالعه حاضر، معماری مبتنی بر اینترنت اشیایی به منظور تبیین جایگاه سیستم‌های اطلاعات سلامت مبتنی بر اینترنت اشیاء در یک چارچوب مفهومی سه بعدی از «سطوح ارتباطی جامعه»، «پروتکل‌های تشخیصی و درمانی» و «زیر ساخت اینترنت اشیاء» به همراه زیرگروه‌های مربوط ارائه شد. با توجه به پیچیدگی‌های موجود در خصوص سیستم‌های اطلاعات پزشکی، چارچوب مفهومی پیشنهادی ارائه شده می‌تواند به عنوان راهنمایی برای متخصصان فناوری اطلاعات و انفورماتیک پزشکی در طراحی سیستم‌های مختلف و یک نقطه شروع برای پژوهش‌های آینده به خصوص در حوزه مراقبت سلامت مد نظر قرار گیرد. همچنین، از آنجایی که چارچوب‌های مفهومی و معماری‌های مختلف می‌توانند پس از تفسیر و تحلیل به دانش عملی تبدیل شوند و درک ما را از دنیای واقعی بهتر کنند، این مطالعه می‌تواند به فعالان این عرصه در تصمیم‌گیری در خصوص چگونگی ایجاد معماری‌ها برای پیاده‌سازی پروژه‌های کلان در آینده نزدیک کمک نمایند و زمانی که سازمانی تصمیم به کارگیری فناوری IoT در یک دامنه خاص می‌گیرد، به عنوان ابزاری برای کمک به پیکربندی صحیح‌تر مدل‌ها در دنیای واقعی مد نظر قرار گیرد.

تشکر و قدردانی

مطالعه حاضر با همکاری مرکز تحقیقات و توسعه سلامت الکترونیک شرکت رایاوران و مؤسسه آموزش عالی غیرانتفاعی الکترونیکی فاران (مهر دانش) انجام شده است، بدین ترتیب مراتب تشکر از این دو نهاد علمی به عمل می‌آید.

تعارض منافع

هیچ‌گونه تضاد منافعی در خصوص پژوهش حاضر وجود نداشت از سوی نویسندگان احساس نشد.

References

1. Islam SR, Kwak D, Kabir MH, Hossain M, Kwak K-S. The internet of things for health care: a comprehensive survey. IEEE Access 2015;3(4):678-708. doi: 10.1109/ACCESS.2015.2437951

2. Bandyopadhyay D, Sen J. Internet of Things: Applications and Challenges in Technology and Standardization. Wireless Personal Communications 2011;58(1):49-69. doi: 10.1007/s11277-011-0288-5

3. Joyia GJ, Liaqat RM, Farooq A, Rehman S. Internet of Medical Things (IOMT): applications, benefits and future challenges in healthcare domain. Journal of Communications 2017;12(4):240-7.

4. Rghioui A, Oumnad A. Challenges and Opportunities of Internet of Things in Healthcare. International Journal of Electrical & Computer Engineering 2018; 8(5): 2753-61. doi: 10.11591/ijece.v8i5.pp2753-2761

5. Alaraifi A. The application and impact of sensor based information systems in data centers: a literature review. Procedia Engineering 2012;41(7):819-26. https://doi.org/10.1016/j.proeng.2012.07.249

6. Al-Fuqaha A, Guizani M, Mohammadi M, Aledhari M, Ayyash M. Internet of things: A survey on enabling technologies, protocols, and applications. IEEE Communications Surveys & Tutorials 2015; 7(2): 2347-6. doi: 10.1109/COMST.2015.2444095

7. Fambon O, Fleury E, Harter G, Pissard-Gibollet R, Saint-Marcel F. Fit iot-lab tutorial: hands-on practice with a very large scale testbed tool for the internet of things. 10èmes journées francophones Mobilité et Ubiquité; 2014 Jun 5-6; Sophia-Antipolis, France; 2014. p.1-4.

8. Moosavi SR, Rahmani AM, Westerlund T, Yang G, Liljeberg P, Tenhunen H. Pervasive health monitoring based on internet of things: Two case studies. 4th International Conference on Wireless Mobile

[Downloaded from jhbmi.com on 2024-10-12]

Communication and Healthcare - Transforming Healthcare Through Innovations in Mobile and Wireless Technologies (MOBIHEALTH); Nov 3-5; Athens, Greece: IEEE; 2014. p.1-5. **doi:** 10.1109/MOBIHEALTH.2014.7015964

9. Wirtz BW, Weyerer JC, Schichtel FT. An integrative public IoT framework for smart government. Government Information Quarterly 2019;36(2):333-45. https://doi.org/10.1016/j.giq.2018.07.001

10. McGregor SL. Understanding and evaluating research: A critical guide: 1st ad. USA: SAGE Publications; 2017.

11. Abreu DP, Velasquez K, Curado M, Monteiro E. A resilient Internet of Things architecture for smart cities. Annals of Telecommunications 2017;72(1-2):19-30. doi: 10.1007/s12243-016-0530-y

12. Sołtysik-Piorunkiewicz A. Organization of healthcare entity: the study of hospital information system. 2016; 2(7):141-7.

13. Hsu YL, Chou PH, Chang HC, Lin SL, Yang SC, Su HY, et al. Design and Implementation of a Smart Home System Using Multisensor Data Fusion Technology. Sensors (Basel) 2017; 17(7): 1631. doi: 10.3390/s17071631

14. Wager KA, Lee FW, Glaser JP. Health Care Information Systems: A Practical Approach for Health Care Management. 4th ed. NewYork: John Wiley & Sons; 2017.

15. Hsu YL, Chou PH, Chang HC, Lin SL, Yang SC, Su HY, et al. Design and Implementation of a Smart Home System Using Multisensor Data Fusion Technology. Sensors (Basel) 2017; 17(7): 1631. doi: 10.3390/s17071631

16. Ray PP. A survey on Internet of Things architectures. Journal of King Saud University-Computer and Information Sciences 2016; 30(3): 291-319. https://doi.org/10.1016/j.jksuci.2016.10.003

17. Castellani AP, Bui N, Casari P, Rossi M, Shelby Z, Zorzi M. Architecture and protocols for the internet of things: A case study. 8th IEEE International Conference on Pervasive Computing and Communications Workshops (PERCOM Workshops); 2010 Mar -Apr 2-29; Mannheim, Germany: IEEE; 2010. p.1-7. doi: 10.1109/PERCOMW.2010.5470520

18. Gubbi J, Buyya R, Marusic S, Palaniswami M. Internet of Things (IoT): A vision, architectural elements, and future directions. Future Generation Computer Systems 2013;29(7):1645-60.

19. Fauci AS, Braunwald E, Isselbacher KJ, Wilson J, Martin J, Kasper D. Harrison's Principles of Internal Medicine.15th ed. New York: McGraw-Hill;1998.

20. Gia TN, Rahmani AM, Westerlund T, Liljeberg P, Tenhunen H. Fault tolerant and scalable IoT-based architecture for health monitoring. Sensors Applications Symposium (SAS); 2015 Apr 13-15; Zadar, Croatia: IEEE; 2015. p. 1-6. doi: 10.1109/SAS.2015.7133626

21. Samaniego M, Deters R. Management and internet of things. Procedia Computer Science 2016;94:137-43. https://doi.org/10.1016/j.procs.2016.08.022

22. Gope P, Hwang T. BSN-Care: A Secure IoT-based Modern Healthcare System Using Body Sensor Network. IEEE Sensors Journal 2015;16(5):25-8. doi: 10.1109/JSEN.2015.2502401

23. Chiuchisan I, Costin HN, Geman O. Adopting the internet of things technologies in health care systems. International Conference and Exposition on Electrical and Power Engineering (EPE); 2014 Oct 16-8; Iasi, Romania: IEEE; 2014. p. 532-6. doi: 10.1109/ICEPE.2014.6969965

24. Talpur MS. The appliance pervasive of internet of things in healthcare systems. International Journal of Computer Science Issues 2013; 10(1): 1-6.

25. Milovanovic D, Bojkovic Z. Cloud-based IoT healthcare applications: Requirements and recommendations. International Journal of Internet of Things and Web Services 2017;2:60-5.

[Downloaded from jhbmi.com on 2024-10-12]

Original Article

Journal of Health and Biomedical Informatics
Medical Informatics Research Center
2020; 7(2): 190-200

Investigation of the Status of IoT-Based Health Information Systems in a Three-Dimensional Conceptual Framework

Ayani Shirin[1], Moulaei Khadijeh[2]*, Mahabadi Mohammad Javad[3]

• **Received:** 28 Apr 2020 • **Accepted:** 18 May 2020

Introduction: The ability to transfer data over the Internet of Things (IoT) to make right and timely decisions through accurate data collection has provided incredible interactive power and has resulted in an intelligent world with automated decision-making capability. The objective of this study was to investigate the status of IoT-based health information systems in a three-dimensional conceptual framework.

.**Method:** In this descriptive-applied study, first, a comprehensive literature review was conducted to extract studies related to the architecture of IoT-based health information systems from the PubMed, Scopus, Web of Science, and IEEE databases. Then, to analyze and classify the extracted information and reach a consensus on explaining the status of IoT-based health information systems, three sessions of contemplation were held with the formation of a specialized committee.

Results: Based on the results of this study, the status of health information systems was elaborated according to the most important functions and applications in three levels including community communication, diagnostic and treatment protocols, and IoT infrastructure. The status of information systems in this framework reflects the relationship between different parts of an organizational structure in the field of health from data collection at the lowest level to knowledge production at the highest level.

Conclusion: The practical concept of the IoT as an underlying infrastructure has been overlooked in the design of most current health information systems. Therefore, the proposed model can be used as a guide for designers and specialists in information technology and medical informatics in designing these systems leading to an increase in the design quality of the systems.

Keywords: Internet of Things (IoT), Healthcare, Health Information Systems, Conceptual Framework

• **Citation:** Ayani S, Moulaei K, Mahabadi MJ. Investigation of the Status of IoT-Based Health Information Systems in a Three-Dimensional Conceptual Framework. Journal of Health and Biomedical Informatics 2020; 7(2): 190-200. [In Persian]

1. Ph.D. in Medical Informatics, Smart Hospital and e-Health Research and Development Center, Raymand e-Health Company, Tehran, Iran
2. Ph.D. Student in Medical Informatics, School of Management and Medical Informatics, Kerman University of Medical Sciences, Kerman, Iran
3. M.Sc. in Electronic Commerce, Faran (Mehre Danesh) e-Learning Higher Education Institute, Tehran, Iran
***Corresponding Author**: Khadijeh Moulaei
Address: School of Management and Medical Informatics, Kerman University of Medical Sciences, Kerman, Iran
• **Tel:** 09189480637 •**Email:** Moulaei.kh91@gmail.com

[Downloaded from jhbmi.com on 2024-10-12]