Check for updates

Original Article

Journal of Health and Biomedical Informatics
Medical Informatics Research Center
2023; 9(4): 267-276
10.34172/jhbmi.2023.06

Introducing a Service Model in IoT-based Smart Hospital

Yadegari Fatemeh[1], Asosheh Abbas[2]*

• **Received:** 23 Nov 2022 • **Accepted:** 7 Feb 2023

Introduction: Nowadays, the world of technology is facing a growing phenomenon called the Internet of Things (IoT). The purpose of this study is to provide the infrastructure requirements, service model, and conceptual model for a smart hospital based on IoT, which is a safe and reliable method due to the integration of exchanges between objects.

Method: In this strategic applied study, the infrastructure requirements of a smart hospital based on IoT are explained explains. First, basic requirements were prepared through library studies and, by setting up a questionnaire for medical staff and specialists in medical informatics, information technology, and health information technology, they were evaluated and then finalized using the Delphi technique. Then, based on extracted requirements, the service model of a smart hospital was presented. Finally, the conceptual model of IoT-based smart hospital infrastructure was suggested.

Results: Thirty functional and non-functional requirements for IoT-based smart hospital infrastructure were determined. After that, the proposed model of services that can be provided in the hospital, including infrastructure, core and value-added services, was presented. Then, a conceptual model that includes the health ecosystem of the country, consisting of the levels of communication and information infrastructure, digital service systems, and the health system was provided.

Conclusion: Agreement on the requirements, service and conceptual model, will help to design and implement the IoT-based smart hospital and make it more accurate and simple, according to factors affecting such as precision, speed and reliability in healthcare.

Keywords: Smart Hospital, Healthcare-Internet of Things (H-IoT), Infrastructure, Requirements, Integration

• **Citation:** Yadegari F, Asosheh A. Introducing a Service Model in Smart Hospitals based on the Internet of Things. Journal of Health and Biomedical Informatics 2023; 9(4): 267-76. [In Persian] doi:10.34172/jhbmi.2023.06

1. M.Sc. Student of Medical Informatics, Faculty of Medical Sciences, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran
2. PhD in Computer and Telecommunication Engineering (voice transmission), Assistant Professor, Department of Medical Informatics, Faculty of Medical Sciences, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran
***Corresponding Author:** Abbas Asosheh
Address: Department of Medical Informatics, Faculty of Medical Sciences, Tarbiat Modares University, Jalal Al-Ahmad Highway, New Building 1, Seventh Floor, Tehran
• **Tel:** 02182883885 • **Email:** asosheh@modares.ac.ir

[Downloaded from jhbmi.com on 2024-04-24]

[DOI: 10.34172/jhbmi.2023.06]

مقاله پژوهشی

مجله انفورماتیک سلامت و زیست پزشکی
مرکز تحقیقات انفورماتیک پزشکی
دوره نهم شماره چهارم. ص ۲۷۶-۲۶۷، ۱۴۰۱
10.34172/jhbmi.2023.06

ارائه مدل خدمات بیمارستان هوشمند مبتنی بر اینترنت اشیاء

فاطمه یادگاری[۱]، عباس آسوشه[۲*]

•دریافت مقاله: ۱۴۰۱/۹/۲ •پذیرش مقاله: ۱۴۰۱/۱۱/۱۸

مقدمه: امروزه دنیای فناوری با پدیده ای رو به رشد با عنوان اینترنت اشیاء مواجه است؛ هدف از این مطالعه فراهم ساختن نیازمندی‌ها، مدل خدمات و مدل مفهومی زیرساخت بیمارستان هوشمند مبتنی بر اینترنت اشیاء است که با توجه به یکپارچه‌سازی مبادلات بین اشیاء، روشی امن و قابل اطمینان می‌باشد.

روش: این مطالعه از نوع راهبردی-کاربردی، و به منظور تبیین نیازمندی‌های زیرساخت بیمارستان هوشمند مبتنی بر اینترنت اشیاء می‌باشد. ابتدا از طریق مطالعات کتابخانه‌ای نیازمندی‌های اولیه تهیه شد و با تنظیم پرسشنامه برای کادر درمان، متخصصین انفورماتیک پزشکی، فناوری اطلاعات و فناوری اطلاعات سلامت مورد بررسی قرار گرفت و با استفاده از تکنیک دلفی نهایی‌سازی شد. سپس براساس نیازمندی‌های استخراج شده، مدل خدمات بیمارستان هوشمند ارائه گردید و در نهایت مدل مفهومی زیرساخت بیمارستان هوشمند مبتنی بر اینترنت اشیاء پیشنهاد شد.

نتایج: تعداد ۳۰ نیازمندی عملکردی و غیرعملکردی برای زیرساخت بیمارستان هوشمند مبتنی بر اینترنت اشیاء نهایی گردید. پس از آن مدل پیشنهادی بر روی خدمات بیمارستانی شامل سه بخش خدمات زیرساخت، اصلی و ارزش افزوده ارائه شد، همچنین مدل مفهومی که زیست‌بوم سلامت در کشور را دربرمی‌گیرد و شامل سطوح زیرساخت ارتباطات و اطلاعات، سامانه‌های دیجیتالی-خدماتی، هوشمندی خدماتی و نظام سلامت پیشنهاد شد.

نتیجه‌گیری: با توجه به ضرورت فاکتورهایی همچون دقت، سرعت و اطمینان در حوزه مراقبت سلامت، توافق بر نیازمندی‌ها، مدل خدمات و مدل مفهومی کمک شایانی به طراحی و پیاده‌سازی بیمارستان هوشمند مبتنی بر اینترنت اشیاء خواهد کرد و آن را دقیق‌تر و ساده‌تر به انجام خواهد رساند.

کلیدواژه‌ها: بیمارستان هوشمند، اینترنت اشیاء مراقبت سلامت، نیازمندی‌ها، زیرساخت، یکپارچگی

•**ارجاع:** یادگاری فاطمه، آسوشه عباس. ارائه مدل خدمات بیمارستان هوشمند مبتنی بر اینترنت اشیاء. مجله انفورماتیک سلامت و زیست پزشکی ۱۴۰۱؛ ۹(۴): ۷۶-۲۶۷.
doi:10.34172/jhbmi.2023.06

۱. کارشناسی ارشد انفورماتیک پزشکی، دانشکده علوم پزشکی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران
۲. دکترای مهندسی کامپیوتر و مخابرات(انتقال صوت)، استادیار، گروه انفورماتیک پزشکی، دانشکده علوم پزشکی، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران
*** نویسنده مسئول:** عباس آسوشه
آدرس: تهران، بزرگراه جلال آل احمد، دانشگاه تربیت مدرس، دانشکده علوم پزشکی، ساختمان شماره یک جدید، طبقه هفتم، گروه انفورماتیک پزشکی
•**شماره تماس:** ۰۲۱۸۲۸۸۳۸۸۵ • **Email:** asosheh@modares.ac.ir

[Downloaded from jhbmi.com on 2024-04-24]
[DOI: 10.34172/jhbmi.2023.06]

مقدمه

اینترنت اشیاء مراقبت سلامت (Healthcare-Internet of Things)H-IoT یکی از کاربردهای اصلی اینترنت اشیاء در حوزه سلامت و درمان است. H-IoT یک سیستم اینترنت اشیاء نامیده می‌شود که برای برنامه‌های مراقبت سلامت گسترش یافته است [۱]. این فناوری به طور مداوم ابزارهای نوآورانه با قابلیت‌های گوناگون را ارائه می‌دهد که هدف آن ایجاد زیرساختی یکپارچه برای ارتباط بین بیمار و مراکز بهداشتی درمانی، با چشم‌انداز تضمین مراقبت بهتر از بیماران و کاهش هزینه‌ها است [۲]. این سیستم مجموعه‌ای از حسگرها است که داده‌های حیاتی سلامت را در همه جا جمع‌آوری می‌کند و آن را از طریق یک شبکه امن به اشتراک می‌گذارد. داده‌های جمع‌آوری شده برای جستجوی هرگونه ناهماهنگی پردازش می‌شوند و از این رو، در صورت یافتن یک هشدار ایجاد می‌شود. بنابراین، توسعه چنین فناوری‌هایی، آموزش و نگرش کارکنان پزشکی و بیماران در مورد فناوری‌های هوشمند، باعث ایجاد مفهوم جدیدی به نام «بیمارستان هوشمند» شده است [۳].

بیمارستان هوشمند یکی از نیازهایی است که باید در جهت کیفیت سلامت مورد توجه قرار گیرد. انعکاس متمرکز اینترنت اشیاء در بیمارستان نوع جدیدی از بیمارستان یکپارچه است که دارای توابع تشخیص، درمان، مراقبت، مدیریت و تصمیم‌گیری است. از آنجا که بیمارستان هوشمند مبتنی بر اینترنت اشیاء بلادرنگ‌تر، دقیق‌تر و کارآمدتر از سیستم بدون اینترنت اشیاء است [۳]، با تلفیق مفاهیم بیمارستان‌های هوشمند و دیجیتال توصیفات دقیق‌تر، جامع‌تر و پویاتر از بیمارستان‌های سنتی به دست می‌آید. این بیمارستان‌ها براساس فرآیندهای خودکار به منظور بهبود اقدامات مراقبتی از بیمار و معرفی قابلیت‌های جدید در محیط فناوری اطلاعات و ارتباطات متصل به یکدیگر(به طور عمده براساس اینترنت اشیاء) بنا نهاده شده است [۴]. در همین راستا، ایجاد و بهینه‌سازی زیرساخت‌های لازم برای فرآیندهای بالینی و سیستم‌های مدیریتی به صورت یکپارچه در جهت توسعه بیمارستان هوشمند ضروری می‌باشد [۵].

یکی از اصلی‌ترین چالش‌های حال حاضر در چشم‌انداز اینترنت اشیاء، عدم وجود معماری استاندارد یکپارچه برای تسهیل اجرای اکوسیستم اینترنت اشیاء است [۶]؛ اگرچه قدرت غیرقابل انکار این زیرساخت در معماری کلان و یکپارچه نهفته است [۷]. در نظام سلامت، این زیرساخت‌ها به دلایل متعدد بسیار پراکنده و ناکارآمد طراحی شده و حتی در ستاد وزارتخانه دچار پراکندگی است [۸]. نیاز به معماری‌های مرجع در صنعت سلامت با افزایش سریع ابتکارات در جهت معماری‌های استاندارد و یکپارچه ملموس شده است که می‌توانند به عنوان ستون فقرات برای IoT ایجاد شوند [۹]. هدف این ابتکارات تسهیل قابلیت همکاری، ساده‌سازی توسعه و سهولت اجرا است و یک محیط رقابتی را برای شرکت‌ها در جهت ارائه محصولات باکیفیت ایجاد می‌کند [۱۰]. همچنین توانایی بیمارستان هوشمند را برای گردش کار بهینه و مدیریت بهتر درمان و مراقبت بیمار، افزایش می‌دهد و خدمتی مناسب در جهت پاسخگویی به افزایش تقاضا و در عین حال افزایش کارایی کادر درمان و اداری خواهد بود.

در همین راستا لازمه حضور اینترنت اشیاء و هوشمندسازی در بیمارستان برای برقراری سازگاری این تعاملات نیازمند ایجاد زیرساخت‌هایی به جهت نقش‌آفرینی IoT در این حوزه است [۱۱]. به همین دلیل بررسی مطالعاتی در خصوص معماری اینترنت اشیاء انجام شد. در مطالعه یادگاری و همکاران [۱۱] ضرورت استفاده از H-IoT در طراحی زیرساخت بیمارستان هوشمند و همچنین ساختار معماری‌های اینترنت اشیاء اعم از معماری مرجع (International Telecommunication Union) ITU [۱۲] Cisco [۱۳] و IoT-A [۱۲] و معماری‌های کاربردی در حوزه اینترنت اشیاء(۳ لایه تا ۷ لایه) [۱۴] مورد بحث و مقایسه قرار گرفت. ارائه مدلی جهت یکپارچگی در بیمارستان با تمرکز بر روی یکپارچگی داده‌ها، گردش کار و عملکردها در کل فرآیند بیمارستانی توسط Lu و همکاران مطرح شد [۱۵]. Samaniego و Deters نیز به منظور مدیریت و یکپارچگی منابع ناهمگن داده‌ها معماری مبتنی بر فناوری اینترنت اشیاء را ارائه نمودند [۱۶].

با تحول در مراقبت سلامت، تأکید بر دیدگاه زیرساختی در طراحی بیمارستان هوشمند باعث افزایش دقت، صحت و سرعت داده‌های پزشکی و بهبود شرایط درمانی و پیشگیری بیمار شده و در نهایت بهره‌وری را افزایش می‌دهد که در نتیجه اثرگذاری و رضایت بهتر بیمار را فراهم می‌کند [۱۷]. در این مطالعه سعی گردید تا با شناسایی و تبیین نیازمندی‌های زیرساختی برای بیمارستان هوشمند مبتنی بر اینترنت اشیاء با تمرکز بر سیستم اطلاعات بالینی (Clinical Information System)CIS حاصل شود و مدل خدمات و در نهایت مدل مفهومی زیرساخت بیمارستان هوشمند مبتنی بر اینترنت اشیاء ارائه گردد که می‌تواند به عنوان دانشی زمینه‌ای در نظر گرفته شود تا نیازهای ذینفعان را به‌طور بلادرنگ، دقیق و کارامد برآورده سازد.

[Downloaded from jhbmi.com on 2024-04-24]

[DOI: 10.34172/jhbmi.2023.06]

روش

این مطالعه از نوع پژوهش‌های راهبردی-کاربردی، از طریق تکنیک دلفی با هدف تبیین نیازمندی‌های زیرساختی برای بیمارستان هوشمند مبتنی بر اینترنت اشیاء با تمرکز بر CIS انجام گردید. این پژوهش با انجام مطالعات کتابخانه‌ای، بررسی دفتر آمار و فناوری اطلاعات وزارت بهداشت، درمان و آموزش پزشکی، مرور متون جامعی در راستای شناسایی و جمع‌آوری الزامات زیرساختی در این حوزه انجام شد و پس از آن نیازمندی‌های استخراج شده، در طول برگزاری دو مرحله به روش هم‌اندیشی در بین یک کمیته تخصصی از خبرگان که متشکل از پنج متخصص در زمینه فناوری اطلاعات، فناوری اطلاعات سلامت و انفورماتیک پزشکی و پزشک و پرستار فعال در حوزه سلامت دیجیتال، برای رسیدن به یک اجماع فکری به اشتراک گذاشته شد.

پس از بررسی مقالات، جهت گردآوری اطلاعات، ابتدا پرسشنامه‌ای با سه بخش بیان مسئله، ابعاد مختلف نیازمندی‌ها و ارائه مدل مفهومی طراحی شد؛ بخش اول دربرگیرنده مقدمه‌ای بر موضوع و شرح اولیه پروژه جهت روشن شدن مباحث، بخش دوم آن در دو محور کلی ابعاد مختلف نیازمندی‌ها تشریح شد که شامل «عملکردی» و «غیرعملکردی» بود و در بخش سوم مدل مفهومی ارائه گردید. این پرسشنامه در اختیار متخصصین مذکور جهت ارزیابی ضرورت یا عدم ضرورت نیازمندی‌ها قرار گرفت و جلسات جداگانه متخصصین به مدت تقریبی یک ساعت با گروه پژوهش برگزار شد. این جلسات دو بار به فاصله زمانی ده روز به طول انجامید و در هر جلسه فهرست نیازمندی‌های استخراج و اصلاح شده مورد بحث با سؤالات باز قرار گرفت. تبادل نظر متخصصین با استفاده از ضبط محتوای جلسه و یادداشت برداری مورد استفاده نویسندگان قرار گرفت و به پاسخگویان اطمینان داده شد که پاسخ‌های ایشان به صورت محرمانه حفظ و صرفاً در راستای اهداف پژوهش مورد استفاده قرار خواهد گرفت.

این پژوهش با شناسه IR.MODARES.REC.1400.194 در کمیته اخلاق دانشگاه تربیت مدرس ثبت شده است.

به منظور بررسی روایی پرسشنامه از روش اعتبار محتوا، از ضریب نسبت روایی محتوا (Ratio Validity Content) CVR، جهت اطمینان از انتخاب موارد ضروری استفاده شد. در این خصوص، برای تعیین CVR از متخصصان درخواست شد تا اصلاحاتی را برای هر مورد در بخش نیازمندی‌ها براساس طیف سه قسمتی: «ضروری است»، «ضرورتی ندارد» و یا «غیرضروری، اما مفید» اعمال نمایند و سپس شاخص CVR برای دسته‌های عملکردی و غیرعملکردی طبق فرمول زیر محاسبه گردید.

$$CVR = \frac{n_e - N/2}{N/2}$$

(n_e تعداد متخصصینی که ضرورت نیازمندی‌ها را تأیید کردند، N تعداد کل متخصصین)

طبق جدول Lawshe، [۱۸] حداقل مقدار قابل قبول CVR با تعداد ارزیاب ۵ نفر، ۰/۹۹ در نظر گرفته شد که در این پرسشنامه پس از اخذ نظر همه متخصصین که در مورد ضروری بودن هر یک از نیازمندی‌های استخراج شده اتفاق نظر داشتند، آن مورد در پژوهش حاضر لحاظ و در غیر این‌صورت حذف و یا اصلاح شد. مقدار CVR پرسشنامه، در دسته عملکردی و غیرعملکردی به طور میانگین ۰/۹۹ محاسبه شد و امتیاز لازم را کسب نمود. همچنین به منظور سنجش پایایی، از روش آزمون-بازآزمون استفاده گردید. ضریب همبستگی پیرسون ۰/۸۴ حاصل و پایایی پرسشنامه تأیید شد.

نتایج

پژوهش حاضر در راستای رسیدن به مدل خدمات در بیمارستان هوشمند مبتنی بر اینترنت اشیاء با تعداد ۳۰ مورد از نیازمندی‌های زیرساختی(عملکردی و غیرعملکردی) برای بیمارستان هوشمند در جلسات، مورد بررسی قرار گرفت. از آنجا که موضوع مورد بحث، زیرساخت بیمارستان هوشمند مبتنی بر IoT است؛ نظر متخصصین در مورد نیازمندی‌ها در این حوزه نیز بر این بود که در مرحله نیازسنجی سیستم، تنها تمرکز بر الزامات زیرساختی و به دور از جزئیات کفایت می‌کند؛ زیرا تعیین دقیق جزئیات آن در مرحله طراحی و پیاده‌سازی انجام شد. در نهایت پس از بررسی نیازمندی‌های عملکردی، گروه پژوهشی با تأیید نیازمندی‌های عملکردی در جدول ۱، که گویای رفتار اصلی سیستم مورد مطالعه هستند، را برای معماری در نظر گرفتند. سپس، براساس نیازمندی‌های تأیید شده و با توجه به هدف پژوهش، مدلی از خدمات قابل ارائه و سپس مدل مفهومی بیمارستان هوشمند ارائه گردید.

نیازمندی‌های زیرساختی بیمارستان هوشمند مبتنی بر اینترنت اشیاء

[Downloaded from jhbmi.com on 2024-04-24]

[DOI: 10.34172/jhbmi.2023.06]

به منظور ارائه معماری زیرساخت بخش بالینی بیمارستان هوشمند مبتنی بر اینترنت اشیاء، ابتدا انواع نیازمندی‌های زیرساختی در بیمارستان هوشمند از طریق مطالعات کتابخانه‌ای در دو دسته عملکردی و غیر عملکردی جمع‌آوری شد (جدول ۱ و ۲). سپس توسط پنج نفر از متخصصین که شامل فناوری اطلاعات(۱ نفر)، فناوری اطلاعات سلامت(۱ نفر) و انفورماتیک پزشکی(۱ نفر) و یک پزشک و یک پرستار مورد بررسی قرار گرفت، با اصلاح گویه‌های ۲، ۶ ، ۱۰ و ۱۱ و تأیید بقیه موارد (کسب CVR=1)، فهرست نیازمندی‌ها نهایی شد.

جدول ۱: نیازمندی‌های عملکردی زیرساخت بیمارستان هوشمند با تمرکز بر CIS

ردیف	شرح نیازمندی‌های عملکردی زیرساختی مشخص شده در این پژوهش	منبع قبل از نهایی‌سازی
۱	نظارت بر علائم حیاتی و مهم بدن بیماران مانند پالس اکسیمتر، ضربان قلب، دمای بدن، فشار خون، گلوکز خون، تعداد تنفس و نوار قلب و	[۱۹]
۲	محیطی که بیمار در آن محل مستقر است که شامل ضبط داده‌های دما، نور، رطوبت و CO_2 می‌باشد.	
۳	جمع‌آوری، ذخیره‌سازی، کنترل، مدیریت و تجزیه و تحلیل پویای داده‌ها (ساخت یافته، نیمه ساخت یافته و ساختار نیافته)	[۲۰]
۴	استفاده از الگوریتم‌های هوش مصنوعی جهت پیشگیری، تشخیص، درمان، پیگیری و خود مراقبتی	[۲۱]
۵	تحقق توصیه‌گر برای بهبود صحت و تشخیص و توصیه‌های درمانی	[۲۲]
۶	توسعه خدمات آنلاین نظیر مشاوره، تعیین وقت ملاقات، تجویز و تهیه دارو و بهبود دسترسی به آن‌ها	[۲۳]
۷	دسترسی به تاریخچه درمانی و پزشکی بیماران به شکل یکپارچه (پرونده الکترونیک سلامت EHR(Electronic Health Record)، پرونده پزشکی الکترونیک EMR(Electronic Medical Record)، پرونده سلامت شخصی (Personal Health Record)PHR	[۲۴]
۸	ضمیمه شدن توصیه‌های پزشک به نتایج پاراکلینیکی	[۲۵]
۹	پشتیبانی از پژوهش‌های بالینی و پزشکی مبتنی بر شواهد	[۲۶]
۱۰	موقعیت‌یابی پزشکان، پرستاران، بیماران و تجهیزات	[۱۹]
۱۱	ارائه سرویس براساس ذینفعان مختلف مانند پزشک معالج، پرستار مسئول و بیمار	[۲۷]
۱۲	خدمات هوشمند پاراکلینیکی (داروخانه، رادیولوژی، آزمایشگاه و ...)	[۲۸]
۱۳	تحلیل کلان داده‌ها که شامل تحلیل پیش‌بینی‌کننده، تجویزی، تشخیصی، توصیفی و مصورسازی	[۲۶]
۱۴	کاربر محور شدن خدمات	[۲۳]
۱۵	تحلیل داده‌های سلامت بیماران نظیر تحلیل بالینی، عملیاتی، رفتاری و دارویی و ژئومیکس	[۲۷]
۱۶	مشارکت بیمار در فرآیند خدمات بهداشتی، درمانی و مراقبتی	[۲۱]
۱۸	پایش و مراقبت بیمار و بهبود تندرستی پس از ترخیص	[۱۹]
۱۹	ارائه راهنمای آنلاین به صورت نظارت بر سلامت بیمار محور و پس از ترخیص از بیمارستان	[۲۳]

جدول ۲: نیازمندی‌های غیرعملکردی زیرساخت بیمارستان هوشمند

	عنوان نیازمندی غیرعملکردی	شرح نیازمندی غیرعملکردی مشخص شده در این پژوهش	منبع قبل از نهایی‌سازی
۱	شناسایی و احراز هویت	شناسایی و ثبت منحصر به فرد اشیاء و کاربران جهت تعامل و اشتراک‌گذاری اطلاعات منطبق بر نقش	[۲۹]
۲	مقیاس‌پذیری و قابلیت بهره‌وری	سیستم باید باید پاسخگوی درخواست و نیاز کاربران از جهت عملکرد و ظرفیت باشد به گونه‌ای که با افزایش بار و افزودن کاربر جدید، عملکرد و کیفیت سیستم تغییری نکند.	[۲۱]
۳	قابلیت همکاری و یکپارچه‌سازی	سیستم باید توانایی فراهم ساختن فرمت و استانداردهای تعیین شده از سمت وزارت بهداشت را داشته و با سیستم‌های داخل بیمارستان و سازمان‌های ثالث تعامل و ارتباط برقرار کند.	[۳۰]
۴	عدم وابستگی ارائه خدمت به مکان و زمان	این سیستم باید در بسترهای مختلف بیمارستانی و توسط کاربران مختلف به گونه‌ای آسان و سریع قابل دسترسی باشد.	[۳۱]
۵	حفظ محرمانگی و حریم خصوصی	معماری سیستم باید از محافظت اطلاعات پزشکی حساس و/یا حیاتی رد و بدل شده از راه دور در برابر هرگونه سوء استفاده مخرب یا غیرمجاز به طور مناسب اطمینان حاصل نماید.	[۳۲]
۶	کنترل مجوز/ دسترسی	فقط اشخاص کاملاً شناسایی شده، دارای مجوز و مجهز به مدارک کنترل دسترسی، قادر به ورود، ایجاد، مشاهده، ویرایش و استفاده از خدمات در بخش/مکان‌های مختلف برون/درون بیمارستان را داشته باشند.	[۲۹]
۷	قابلیت استفاده	سیستم باید کاربر پسند باشد و اجازه دهد تا تعامل توسط کاربران موثر تلقی شود. همچنین باید کمترین خطای کاربری و حداقل زمان آموزشی برای استفاده از سیستم را نیاز داشته باشد.	[۲۱]
۸	مدیریت	کنترل و برنامه‌ریزی برای پیکربندی، اطمینان از عملکرد درست، کنترل و برنامه‌ریزی، مدیریت منابع، مدیریت ریسک، مدیریت کاربران و خدمات جدید	[۳۳]
۹	قابلیت اطمینان	اطمینان از صحت، دقت و به موقع بودن جریان داده‌های بیمار در خدمات مراقبت بهداشتی و همچنین تضمین تداوم و ترتیب اطلاعات دریافتی از حسگرها/دستگاه‌ها به طور قابل اعتماد	[۳۴]
۱۰	مهندسی ترافیک	بهینه‌سازی جریان‌های ترافیکی و تخصیص منابع ارتباطی لازم(مانند روترها، سوئیچ‌ها، فایروال‌ها و مدارها)	[۱]
۱۱	جامعیت	کلیه اطلاعات کاربران باید در یک سیستم یکپارچه(درون/برون بیمارستان) در اختیار افراد مجاز قرار بگیرد.	[۲۵]
۱۲	قابلیت توسعه	در صورت نیاز به تغییر یا افزودن قابلیت جدید در بیمارستان هوشمند، به صورت سرویس تعریف شده و در اختیار کاربران و یا سایر سرویس‌های موجود قرار گیرد.	[۳۵]
۱۳	کارایی	استفاده بهینه از منابع در جهت پاسخگویی به نیازها در کمترین زمان(عدم تأخیر) و با دقت بالا	[۳۶]

[Downloaded from jhbmi.com on 2024-04-24]

[DOI: 10.34172/jhbmi.2023.06]

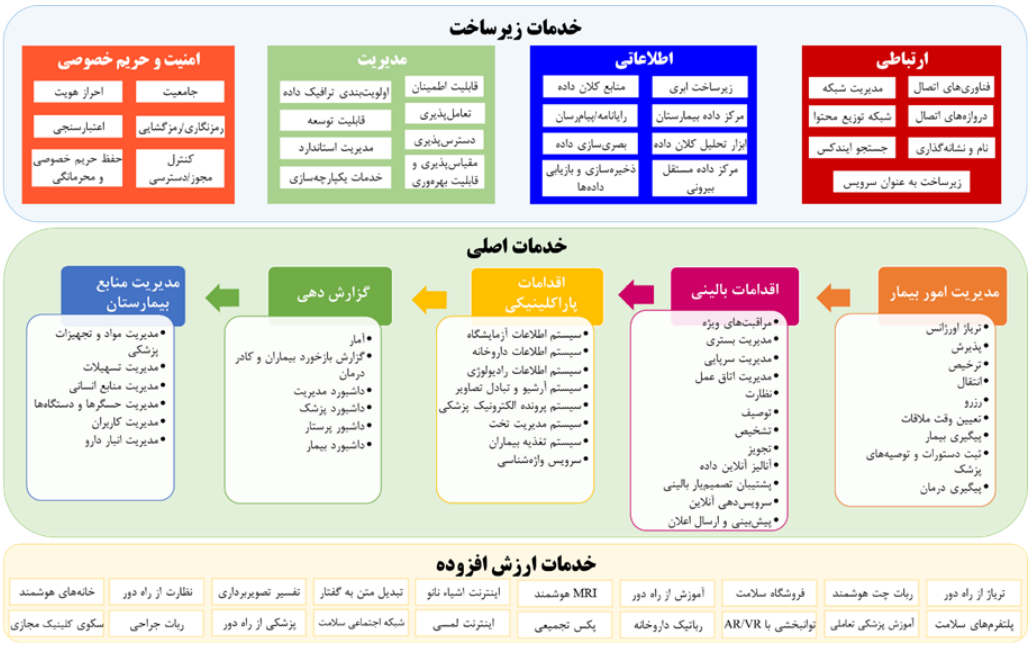
- **مدل خدمات بیمارستان هوشمند**

تعیین خدمات در بیمارستان هوشمند (شکل ۱) به جمع‌آوری مجموعه‌ای از نیازمندی‌های عملکردی و غیرعملکردی با اولویت بالا و اجزای قابل استفاده مجدد وابسته است که می‌تواند پایه‌های تبادل اطلاعات الکترونیکی را در دنیای دیجیتال و بیمارستان هوشمند مبتنی بر اینترنت اشیاء تشکیل دهد. همچنین مطالعات نشان داد بهره‌گیری از قابلیت‌های بیمارستان هوشمند مبتنی بر اینترنت اشیاء مزایای بالقوه‌ای در ارائه خدمات یکپارچه، قابل اطمینان و امن خواهد داشت. هدف از این خدمات، پوشش حداکثری تمامی اجزاء، شناسایی ظرفیت و تأمین سرویس‌ها است که ساختار کلان بیمارستان هوشمند را به صورت یکپارچه فراهم می‌آورد. این خدمات در سه بخش زیرساخت (Infrastructure Services)، اصلی (Core Services) و ارزش افزوده (Value-Added Services) دسته‌بندی شده‌اند که زیربنای یک محیط سلامت هوشمند مبتنی بر اینترنت اشیاء را تشکیل می‌دهد.

خدمات زیرساخت: خدماتی است که پایه و اساس مورد استفاده برای سایر خدمات را فراهم می‌کند. این خدمات در واقع قابلیت‌های اصلی مشترک با برنامه‌هایی است که در تعامل با بیمارستان هوشمند هستند و به آن‌ها امکان ارائه و دسترسی به اطلاعات را می‌دهند. از جمله این قابلیت‌ها می‌توان به زیرساخت‌های ارتباطی، اطلاعاتی، مدیریت، امنیت و حریم خصوصی اشاره نمود.

خدمات اصلی: شامل فرآیندی است که یک بیمارستان هوشمند مبتنی بر اینترنت اشیاء باید دارا باشد. این خدمات براساس فعالیت‌های رایج در بخش بالینی بیمارستان‌ها با توجه به مطالعات کتابخانه‌ای و اخذ نظرات متخصصین، تعیین شده اند. خدمات اصلی براساس هدف ارائه خدمت، در پنج دسته مدیریت امور بیمار، اقدامات بالینی و پاراکلینیکی، مدیریت منابع بیمارستان، گزارش‌دهی طبقه‌بندی شده است.

خدمات ارزش افزوده: خدماتی است که به عنوان مکمل عملکردی در بیمارستان هوشمند ارائه می‌شود. این خدمات قابل ارائه توسط شخص ثالث در اختیار بیمار قرار خواهند گرفت.

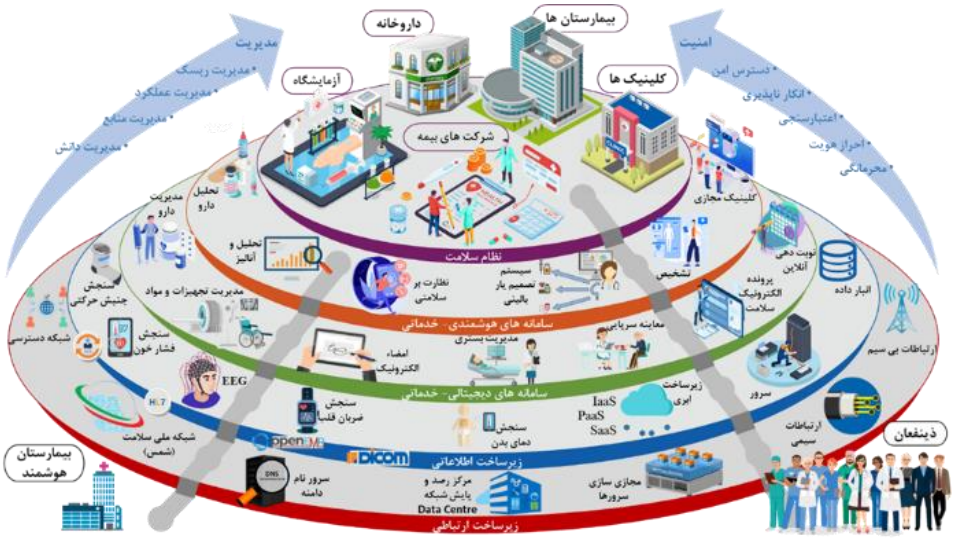


شکل ۱: مدل خدمات بیمارستان هوشمند

- **مدل مفهومی**

در این پژوهش با ارائه اکوسیستمی (شکل ۲) که دیدگاه سطح بالایی دارد، مرزبندی بین نقش‌آفرینان، اجزاء تشکیل‌دهنده و خدمات قابل ارائه در بیمارستان هوشمند مبتنی بر اینترنت اشیاء را نشان می‌دهد.

[Downloaded from jhbmi.com on 2024-04-24]
[DOI: 10.34172/jhbmi.2023.06]



شکل ۲: مدل مفهومی بیمارستان هوشمند مبتنی بر اینترنت اشیاء

در این مدل، هر مرحله زمینه‌ساز عملکرد سطح بعدی خواهد بود. بستر کلی و سنگ بنای اصلی همه سرویس‌ها دارای دو بخش کلان زیرساخت ارتباطی و اطلاعاتی می‌باشد. زیرساخت ارتباطی شامل مواردی مانند ارتباطات سیمی، بی‌سیم و سرویس اینترنت است و زیرساخت اطلاعاتی هم برای ذخیره، پردازش و مدیریت اطلاعات می‌باشد.

در سطح بعدی سامانه‌های خدماتی مورد توجه قرار گرفته است که فرآیند اصلی بیمارستان را به صورت دیجیتال ارائه می‌دهند، این خدمات شامل دسترسی به پرونده الکترونیک سلامت، معاینه سرپایی، مدیریت بستری و دارو می‌باشد و سپس به سامانه‌های خدمات هوشمندی که هدف اصلی این پژوهش است، پرداخته شد. در این جا، قابلیت‌های هوشمندسازی بیمارستان و تجزیه و تحلیل عوامل مورد نیاز مبتنی بر اینترنت اشیاء همچون سیستم توصیه‌گر، مانیتورینگ و نظارت بر سلامتی، تحلیل و آنالیز اطلاعات و تحلیل دارو مورد توجه قرار گرفت.

با در نظر گرفتن لایه‌های امنیتی (مانند دسترسی امن، انکارناپذیری، اعتبارسنجی، احراز هویت و محرمانگی) و مدیریتی (از قبیل مدیریت ریسک، عملکرد، منابع و دانش) به صورت فراگیر در کلیه مراحل، به عنوان اجزاء جدایی ناپذیر در این مدل، می‌تواند یک راه حل زیرساختی مناسب برای برنامه‌های بیمارستان هوشمند مبتنی بر اینترنت اشیاء ارائه دهد.

در آخر نظام سلامت، که همه سطوح ذکر شده را دربرمی‌گیرد، شامل مؤسسات، گروه‌ها، افراد و سازمان‌هایی از جمله آزمایشگاه‌ها، کلینیک‌ها، بیمارستان‌ها، شرکت‌های بیمه و پرونده الکترونیک سلامت است. سازمان بهداشت جهانی کارکردهای اصلی نظام سلامت را شامل حاکمیت، تأمین مالی، تولید منابع و ارائه خدمات سلامت دانسته و سه هدف اصلی نظام سلامت را شامل ارتقاء و حفظ سلامتی مردم جامعه، پاسخگویی به انتظارات مردم و حمایت مالی از آن‌ها در مقابل هزینه‌های سلامت بیان کرد. همچنین ذینفعان این مدل پیشنهادی، افرادی هستند که اثرگذار، اثرپذیر و یا هردو هستند و شامل کلیه کارکنان کادر درمان، کارکنان اداری، انفورماتیک پزشکی، فناوری اطلاعات سلامت، مدیران ارشد و بیماران هستند.

بحث و نتیجه‌گیری

هوشمند سازی بیمارستان یکی از مدرن‌ترین دستاوردهای بشر بوده و گام مهمی برای رسیدن به روش‌های درمانی هوشمندانه، مقرون به‌صرفه، با جامعیت و کارایی بالا می‌باشد. با توجه به نقش حیاتی فاکتورهایی چون دقت، سرعت و اطمینان در حوزه سلامت و همچنین آسیب‌پذیری سیستم بهداشتی و درمانی از خطاهای انسانی، هوشمندسازی و اتوماسیونی شدن مراکز بهداشتی و درمانی، علاوه بر آسایش و راحتی بیماران سبب بهبود و ارتقای شاخص‌های سلامت در جامعه و کاهش هزینه تمام شده و یکی از ارکان اساسی رشد و توسعه یافتگی می‌باشد [۳۷].

در این پژوهش، با مد نظر قرار دادن مطالعه انجام شده توسط یادگاری و همکاران [۱۱] که بر بررسی مدل‌های معماری مرجع و کاربردی اینترنت اشیاء تمرکز دارد، تعدادی از نیازمندی‌های عملکردی و غیرعملکردی لازم برای زیرساخت بیمارستان

[Downloaded from jhbmi.com on 2024-04-24]
[DOI: 10.34172/jhbmi.2023.06]

هوشمند مبتنی بر اینترنت اشیاء، استخراج شد. اگرچه در مدل-های معماری بررسی شده، به نیازمندی‌ها، دسته‌بندی و نهایی شدن آن‌ها اشاره نشده است. در صورتی‌که توجه این پژوهش به بررسی و تبیین نیازهای زیرساختی بیمارستان هوشمند(عملکردی و غیر عملکردی) و نهایی‌سازی آن می‌باشد. Uslu و همکاران [۳۳] یک تحلیل کلی نگر از برخی عوامل مانند رویکرد اینترنت اشیاء، محاسبات هوشمند، تجزیه و تحلیل کلان داده‌ها، ترافیک شبکه و بسیاری از فناوری‌های IoT در محیط بیمارستان هوشمند ارائه کرده و نتایج مطالعه در جهت کاهش ایرادات و عوامل مرتبط با آن‌ها در مدل بیمارستان هوشمند، همچنین چالش‌هایی که منجر به کاستی در نظم بخشیدن به ساختار مراقبت بهداشتی شود را مورد بحث قرار داده و تنها به ارائه فاکتورهای مؤثر در زمینه طراحی بیمارستان هوشمند مبتنی بر اینترنت اشیاء اکتفا کرده است؛ اما در این پژوهش، با تمرکز بر دیدگاه زیرساختی و ارائه خدمات زیرساختی در مدل خدمات بیمارستان هوشمند، عوامل مؤثر در زیرساخت بیمارستان هوشمند مورد توجه قرار گرفته است. همچنین با شناسایی مدل مفهومی بیمارستان هوشمند که در واقع زیست بومی برای تعامل میان تولیدکنندگان و مصرف‌کنندگان ایجاد می‌کند، دیدگاه سطح بالایی را برای بیان نیازمندی‌های زیرساختی در این حوزه پرداخته است.

Zhang و همکاران [۳۸] معماری برای اتصال اشیاء در بیمارستان‌های هوشمند مبتنی بر (Narrowband IoT) NB-IoT پیشنهاد می‌کنند و محاسبات لبه‌ای را برای مقابله با چالش تأخیر در فرآیند بهبود درمان ارائه می‌کند. درحالی‌که در نظر گرفتن ابعاد امنیتی بایستی بسیار مهم و قابل توجه باشد؛ اما در این مطالعه به ابعاد امنیت و مدیریت داده‌ها توجهی نشده، در حالی‌که این موارد در قسمت نیازمندی‌های غیر عملکردی با استفاده از مؤلفه‌های امنیت و حریم خصوصی، کنترل دسترسی و جامعیت در پژوهش حاضر مد نظر قرار گرفته شد.

Baker و همکاران [۳۹] مروری بر معماری، اجزاء و کاربردهای H-IoT انجام دادند و مدلی را برای پیاده‌سازی آن پیشنهاد کردند. همچنین این پژوهشگران، سنسورهای پوشیدنی خاص، فناوری‌های ارتباطی، کاربردهای فناوری ابری و کلان داده در H-IoT را مورد بررسی قرار دادند. از آنجایی که هدف این مطالعه ارائه یک بررسی جامع از همه اجزاء می‌باشد، بسیاری از جنبه‌ها مانند حریم خصوصی، امنیت لایه دستگاه و شبکه و تکنیک‌های پردازش داده را کنار گذاشته و جنبه‌های مهم H-IoT مانند یکپارچگی و تعامل‌پذیری، بهره‌وری، گردش کار و همچنین مدیریت شبکه از بحث حذف شده در صورتی‌که در مطالعه فعلی همه کاستی‌های اشاره شده مورد توجه قرار گرفته است.

Pir و همکاران [۴۰] با ارائه یک چارچوب معماری مبتنی بر اینترنت اشیاء، چالش مدیریت حجم زیاد داده‌های تولید شده در سنسورهای شخصی و پایگاه‌های داده مرکزی را مدنظر قرار داده و درصدد رفع آن برآمدند. نوآوری این پژوهش برای مقابله با چالش ذکر شده، آگاهی از زمینه (Context Awareness) به عنوان ابزاری میانی در معماری اینترنت اشیاء معرفی شد. این فناوری، اطلاعات را در قالب استاندارد ذخیره می‌کند تا به راحتی تفسیر و معنادار شود. با این حال، مطالعه حاضر علاوه بر توجه به مدیریت کلان داده‌ها، قابلیت‌های اساسی دیگر مانند امنیت اطلاعات که شامل حفظ حریم خصوصی، جامعیت، قابلیت اطمینان، دسترس‌پذیری و کنترل مجوز/دسترسی، مدنظر قرار گرفت.

Nazir و همکاران [۴۱] طراحی برنامه‌های کاربردی به کمک محاسبات موبایل (Mobile Computing) را پیشنهاد کردند که این امر، به سیستم مراقبت بهداشتی در نظارت بر داده‌های پزشکی بیمار کمک می‌کند. همچنین آن‌ها معتقدند در این راستا تحقق چندین الزام، مانند مدیریت کارآمد داده‌های پزشکی، سرعت و پهنای باند بالا نقش مهمی را در ایجاد بیمارستان‌های هوشمند آینده ایفا خواهد کرد. با این وجود، به مسائلی از جمله امنیت، یکپارچه‌سازی و تعامل‌پذیری در نظر گرفته نشده که در این مطالعه پوشش داده شد.

Qadri و همکاران [۱] یک بررسی عمیق با تمرکز بر سیستم‌های H-IoT و یک نمای کلی از ساختار و الزامات آن ارائه دادند. همچنین فناوری‌های تکمیل‌کننده آینده در H-IoT، مانند یادگیری ماشین، محاسبات لبه، بلاک‌چین، کلان داده‌ها و SDN (Software-Defined Networking) معرفی شد. در حالی‌که این پژوهش، به حوزه‌های یکپارچگی و تعامل‌پذیری از یک سو و آماده‌سازی زیرساختی برای پاسخگویی به تمامی نیازمندی‌های یک بیمارستان هوشمند برخلاف مطالعه مذکور پرداخت.

همان‌طورکه یافته‌های پژوهش نشان داد، تعداد ۳۰ مورد از نیازمندی زیرساختی عملکردی و غیرعملکردی (مطالعات کتابخانه‌ای) برای بیمارستان هوشمند در جلسات جداگانه با خبرگان حوزه نهایی شد. این افراد کارشناسان فعال در حوزه‌های

[Downloaded from jhbmi.com on 2024-04-24]
[DOI: 10.34172/jhbmi.2023.06]

تخصصی فناوری اطلاعات، فناوری اطلاعات سلامت، انفورماتیک پزشکی و همچنین پزشک و پرستار آشنا با سلامت دیجیتال بودند. پس از آن دسته‌بندی مدل خدمات بیمارستان هوشمند ارائه شد و در نهایت مدل مفهومی در زیست بوم سلامت کشور نهایی گردید.

از جمله محدودیت‌های پژوهش می‌توان به عدم وجود تحقیقات مشابه در رابطه با تبیین و بررسی الزامات زیرساختی بیمارستان هوشمند مبتنی بر اینترنت اشیاء در سطح کشور اشاره نمود؛ لذا انجام مطالعات متناسب با تکنولوژی‌های موجود درکشور، قوانین حاکم در حوزه سلامت و انجام خدمات پایه‌ای در بیمارستان هوشمند پیشنهاد می‌شود. از طرفی، با توجه به فقدان بستری مناسب برای برنامه‌های اینترنت اشیاء در حوزه بیمارستان هوشمند، ابتدا لازم است با در نظر گرفتن قابلیت‌های هوشمندسازی بیمارستان و تجزیه و تحلیل عوامل مورد نیاز برای بهینه‌سازی طراحی بیمارستان هوشمند مبتنی بر اینترنت اشیاء، خدمات زیرساختی مورد نیاز طراحی و پیاده‌سازی شوند و در قدم بعدی براساس خدمات زیرساختی به خدمات اصلی براساس اولویت پرداخته تا یک بیمارستان هوشمند به درستی شکل بگیرد؛ لذا برای ادامه این پژوهش مدل معماری زیرساخت اینترنت اشیاء در بیمارستان هوشمند طوری‌که جوابگوی تمام نیازمندی‌های آن باشد و روش ارزیابی قبل از پیاده‌سازی در مطالعات آتی پیشنهاد می‌شود.

تعارض منافع

نویسندگان اظهار داشتند که تضاد منافعی وجود ندارد.

References

1. Qadri YA, Nauman A, Zikria YB, Vasilakos AV, Kim SW. The future of healthcare internet of things: a survey of emerging technologies. IEEE Communications Surveys & Tutorials 2020;22(2):1121-67. doi: 10.1109/COMST.2020.2973314

2. Dorafshanian M. Applications of Internet of Things in patient care. National Congress of New Ideas in Engineering & Technology, Electrical & Computer Science; 2018 May 9; Sari: Hadaf University; 2018. [In Persian]

3. Pérez-Roman E, Alvarado M., Barrett M. Personalizing Healthcare in Smart Cities. In: McClellan, S. (eds) Smart Cities in Application. Springer, Cham; 2020. https://doi.org/10.1007/978-3-030-19396-6_1

4. Kwon H, An S, Lee HY, Cha WC, Kim S, Cho M, Kong HJ. Review of smart hospital services in real healthcare environments. Healthcare Informatics Research 2022;28(1):3-15. doi: https://doi.org/10.4258/hir.2022.28.1.3

5. Ilyashenko O, Ilin I, Kurapeev D. Smart Hospital concept and its implementation capabilities based on the incentive extension. IV International Scientific Conference "The Convergence of Digital and Physical Worlds: Technological, Economic and Social Challenges. EDP Sciences; 2018. https://doi.org/10.1051/shsconf/20184400040

6. Miorandi D, Sicari S, De Pellegrini F, Chlamtac I. Internet of things: Vision, applications and research challenges. Ad Hoc Networks 2012;10(7):1497-516. https://doi.org/10.1016/j.adhoc.2012.02.016

7. Moshiri F, Asosheh A. Classification of Architectural Styles based on the Dimensions of the Integration of Hospital Information Systems. Journal of Health and Biomedical Informatics 2011;8(4): 347-58. [In Persian]

8. Information Technology Statistics Management Center. Electronic health roadmap 2019-2021. Available from: https://it.behdasht.gov.ir/uploads/101/2020/Dec/07/MOH-eHealth-Roadmap-07-Web.pdf

9. 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;17(4):2347-76. doi: 10.1109/COMST.2015.2444095

10. Weyrich M, Ebert C. Reference architectures for the internet of things. IEEE software. 2015;33(1):112-6. doi: 10.1109/MS.2016.20

11. Yadegari F, Asosheh A. Introduce an Architectural Model of IoT Infrastructure in Smart Hospital. 6 th International conference on smart cities, Internet of Thingd and Application; 2022 Sep 14-15; Mashhad: Ferdowsi University of Mashhad; 2022.

12. Villamil S, Hernández C, Tarazona G. An overview of internet of things. Telkomnika (Telecommunication Computing Electronics and Control). 2020;18(5):2320-7. doi: http://doi.org/10.12928/telkomnika.v18i5.15911

13. dos Santos MG, Ameyed D, Petrillo F, Jaafar F, Cheriet M. Internet of things architectures: A comparative study. 2020. arXiv:2004.12936 https://doi.org/10.48550/arXiv.2004.12936

14. Kumar NM, Mallick PK. The Internet of Things: Insights into the building blocks, component interactions, and architecture layers. Procedia Computer Science 2018;132:109-17. https://doi.org/10.1016/j.procs.2018.05.170

15. Lu X, Duan H, Li H, Zhao C, An J. The architecture of enterprise hospital information system. Engineering in Medicine and Biology 27th Annual Conference 2006 Jan 17 Shanghai, China: IEEE; 2006. p. 6957-60. doi: 10.1109/IEMBS.2005.1616106

16. 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

17. Wirtz BW, Weyerer JC, Schichtel FT. An integrative public IoT framework for smart government.

[Downloaded from jhbmi.com on 2024-04-24]
[DOI: 10.34172/jhbmi.2023.06]

Government Information Quarterly 2019;36(2):333-45. https://doi.org/10.1016/j.giq.2018.07.001
18. Lawshe CH. A quantitative approach to content validity. Personnel Psychology 1975;28(4):563-75. http://dx.doi.org/10.1111/j.1744-6570.1975.tb01393.x
19. Haghighathoseini A, Bobarshad H, Saghafi F, Rezaei MS, Bagherzadeh N. Hospital enterprise architecture framework (study of Iranian university hospital organization). International Journal of Medical Informatics 2018;114:88-100. https://doi.org/10.1016/j.ijmedinf.2018.03.009
20. Abedian S, Bitaraf E, Riazi H. Functional Assessment Model for Hospital Information Systems in IR Iran. In: Digital Healthcare Empowering Europeans. IOS Press; 2018. p. 1013–5. doi:10.3233/978-1-61499-512-8-1013
21. Fucà E, Costanzo F, Bonutto D, Moretti A, Fini A, Ferraiuolo A, Vicari S, Tozzi AE. Mobile-health technologies for a child neuropsychiatry service: Development and usability of the assioma digital platform. Int. J Environ Res Public Health 2021;18(5):2758. https://doi.org/10.3390/ijerph18052758
22. Li S, Zhang H, Jia Z, Zhong C, Zhang C, Shan Z, et al. Understanding and addressing quality attributes of microservices architecture: A Systematic literature review. Information and Software Technology 2021;131:106449. https://doi.org/10.1016/j.infsof.2020.106449
23. Chung Y, Bagheri N, Salinas-Perez JA, Smurthwaite K, Walsh E, Furst M, Rosenberg S, Salvador-Carulla L. Role of visual analytics in supporting mental healthcare systems research and policy: A systematic scoping review. International Journal of Information Management 2020;50:17-27. https://doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2019.04.012
24. Riga M, Vozikis A, Pollalis Y, Souliotis K. MERIS (Medical Error Reporting Information System) as an innovative patient safety intervention: A health policy perspective. Health Policy 2015;119(4):539-48. https://doi.org/10.1016/j.healthpol.2014.12.006
25. Heideker A, Ottolini D, Zyrianoff I, Neto AT, Cinotti TS, Kamienski C. IoT-based measurement for smart agriculture. International Workshop on Metrology for Agriculture and Forestry (MetroAgriFor); 2020 Nov 4-6; Trento, Italy: IEEE; 2020. p. 68-72. doi**:** 10.1109/MetroAgriFor50201.2020.9277546
26. Cho DE, Kim S, Yeo S. Double privacy layer architecture for big data framework. International Journal of Software Engineering and Its Applications 2016;10(2):271-8. http://dx.doi.org/10.14257/ijseia.2016.10.2.22
27. Rashed A, Ibrahim A, Adel A, Mourad B, Hatem A, Magdy M, et al. Integrated IoT medical platform for remote healthcare and assisted living. Japan-Africa Conference on Electronics, Communications and Computers (JAC-ECC); 2017 Dec 18-20; Alexandria, Egypt: IEEE; 2017. p. 160-3.
28. Jouni M. Reference Architecture and Cost Estimation Model for Building Intelligent Platforms [dissertation]. Cambridge: Massachusetts Institute of Technology; 2017.
29. Butpheng C, Yeh KH, Xiong H. Security and privacy in IoT-cloud-based e-health systems—A comprehensive review. Symmetry 2020;12(7):1191. https://doi.org/10.3390/sym12071191
30. Soceanu A. Managing the interoperability and privacy of e-health systems as an interdisciplinary challenge. Proceedings of IMCIC - ICSIT; 2016. p. 301-6.
31. Shewale MA, Sankpal SV. IOT based smart and secure health care system analysis & data comparison. International Journal for Research in Applied Science and Engineering Technology 2020;8(1):394-8.
32. Ambarkar SS, Shekokar N. Toward smart and secure IoT based healthcare system. Internet of things, smart computing and technology: A roadmap ahead. 2020. p. 283-303.
33. Uslu BÇ, Okay E, Dursun E. Analysis of factors affecting IoT-based smart hospital design. Journal of Cloud Computing. 2020;9(1):1-23.
34. Balas VE, Solanki VK, Kumar R, editors. Internet of Things and Big Data Applications: Recent Advances and Challenges. Switzerland: Springer; 2020.
35. Zeinali N, Asosheh A, Setareh S. Provide Interoperability Model to Interact in Hospital Information Systems. Journal of Health and Biomedical Informatics 2017; 4(1) :48-58. [In Persian]
36. Pina F, Correia J, Filipe R, Araujo F, Cardroom J. Nonintrusive monitoring of microservice-based systems. 17th International Symposium on Network Computing and Applications (NCA); 2018 Nov 1-3; Cambridge, MA, USA: IEEE; 2018. p. 1-8. doi: 10.1109/NCA.2018.8548311
37. Feyzi K, Khosropour H. The Role of Open Innovation in Gaining Technology Intelligence. Roshd-e-Fanavari 2013;35(9):1-10.
38. Zhang H, Li J, Wen B, Xun Y, Liu J. Connecting intelligent things in smart hospitals using NB-IoT. IEEE Internet of Things Journal 2018;5(3):1550-60. doi: 10.1109/JIOT.2018.2792423
39. Baker SB, Xiang W, Atkinson I. Internet of things for smart healthcare: Technologies, challenges, and opportunities. IEEE ACCESS 2017;5:26521-44. doi: 10.1109/ACCESS.2017.2775180
40. Pir A, Akram MU, Khan MA. Internet of things based context awareness architectural framework for HMIS. 17th International Conference on E-Health Networking, Application & Services (HealthCom); 2015 Oct 14-17; IEEE; 2015. p. 55-60. doi: 10.1109/HealthCom.2015.7454473
41. Nazir S, Ali Y, Ullah N, García-Magariño I. Internet of things for healthcare using effects of mobile computing: a systematic literature review. Wireless Communications and Mobile Computing 2019;2019:1-20. https://doi.org/10.1155/2019/5931315

[Downloaded from jhbmi.com on 2024-04-24]
[DOI: 10.34172/jhbmi.2023.06]