Vol. 4, No. 10, Apr-Jun 2024,(13-25)
Journal of New Achievements in Electrical, Computer and Technology (JNAECT)
مجله دستاوردهای نوین در برق،کامپیوتر و فناوری
دوره ۴، شماره ۱۰، بهار ۱۴۰۳ (۲۵-۱۳)
journal homepage: https://jnaect.ir

کاربرد ها و چالش های اینترنت اشیاء مبتنی بر محاسبات مه در مراقبت های بهداشتی

دکتراحسان نریمانی [1] ، مهندس محمد جان بزرگی [2] ، امیر حسین میرزائی [3]

دکترای کامپیوتر نرم افزار ، دانشگاه نجف آباد ، اصفهان ، ایران [1]
ارشـد کامـپیوتر نرم افزار، دورود، لرستان، ایران [2]
کارشناسی کامپیوتر نرم افزار ، مرکز آموزش عالی پلدختر ، لرستان ، ایران [3]

چکیده

در عصر دیجیتالی کنونی، اینترنت اشیا (IoT) و محاسبات مه به عنوان دو رکن اساسی در تحول دیجیتالی مطرح هستند. این تکنولوژی‌ها، به ویژه در حوزه مراقبت‌های بهداشتی، پتانسیل بالقوه‌ای برای بهبود کیفیت زندگی بیماران و کارایی متخصصان پزشکی دارند. این مقاله به بررسی کاربردها، مزایا و چالش‌های استفاده از IoT مبتنی بر محاسبات مه در مراقبت‌های بهداشتی می‌پردازد.در بخش اول، معماری کارآمدی از IoT و محاسبات مه ارائه شده است که نشان می‌دهد چگونه این تکنولوژی‌ها می‌توانند در کاهش هزینه‌ها و افزایش دسترسی به خدمات پزشکی موثر باشند. این معماری، با استفاده از داده‌های حاصل از دستگاه‌های متصل، امکان پایش لحظه‌ای و تحلیل داده‌های بزرگ را فراهم می‌آورد که می‌تواند به تشخیص زودهنگام بیماری‌ها و مدیریت بهتر بیماری‌های مزمن کمک کند.در ادامه، کاربردهای متنوع IoT در مراقبت‌های بهداشتی مورد بررسی قرار گرفته است. از جمله این کاربردها می‌توان به پایش سلامتی از راه دور، رسیدگی به نیازهای بهداشتی سالمندان ، جمع‌آوری داده‌های دقیق بالینی و پیشگیری از بیماری هایی مانند سکته قلبی و مغزی اشاره کرد که همگی به افزایش کیفیت مراقبت‌ها و کاهش خطاهای پزشکی منجر می‌شوند.سپس ، چالش‌های موجود در استفاده از این تکنولوژی‌ها مورد توجه قرار گرفته است. رابط کاربری، پردازش بهینه داده‌ها، امنیت و حریم خصوصی از جمله مواردی هستند که باید با دقت بیشتری مورد بررسی قرار گیرند. این چالش‌ها نیازمند توجه و حل و فصل هستند تا از استفاده ایمن و موثر از IoT در مراقبت‌های بهداشتی اطمینان حاصل شود.در نهایت، این مقاله به این نتیجه می‌رسد که با وجود چالش‌های موجود، IoT مبتنی بر محاسبات مه می‌تواند نقش کلیدی در تحول دیجیتالی مراقبت‌های بهداشتی ایفا کند. با این حال، برای رسیدن به این هدف، نیاز به همکاری میان‌رشته‌ای، توسعه استانداردهای جهانی و راهکارهای نوآورانه برای حل چالش‌های موجود است. این امر می‌تواند به ارتقاء سطح سلامت جامعه و پیشرفت‌های بیشتر در این حوزه منجر شود

واژه‌های کلیدی: اینترنت اشیا ، محاسبات مه ، مراقبت های بهداشتی ، سلامت هوشمند ،

.

1. مقدمه

درمان پزشکی یکی از نیازهای اساسی انسان است. امروزه با افزایش جمعیت جهان این نیاز بیش از پیش مورد توجه قرار گرفته و حوزه سلامت و مراقبت های پزشکی را با چالش های جدیدی مواجه نموده است، به عنوان مثال در عصر حاضر، سکته مغزی دومین بیماری مهمی است که باعث مرگ نابهنگام انسان می شود. در سال 2030، بیش از 12 میلیون نفر ممکن است به دلیل بیماری سکته مغزی جان خود را از دست بدهند و بیش از هفتاد میلیون نفر ممکن است بازمانده سکته مغزی باشند (فیگین و همکاران، 2010). از طرف دیگر بر اساس گزارش صندوق جمعیت سازمان ملل متحد (UNFPA) جمعیت سالمندان (60 سال و بیشتر) با افزایش به 2 میلیارد نفر تا سال 2050 به طور قابل توجهی افزایش خواهد یافت. دوبرابر شدن تعداد افراد بالای 60 سال تا سال 2050 مستلزم تغییرات عمده ای در جامعه، به ویژه مراقبت های بهداشتی و مراقبت های پزشکی سالمندان است [1]. از دیگر چالش های حوزه سلامت که بیمارستان‌ها از آن رنج می‌برند، نبود سیستم‌های مانیتورینگ بیمار است که باعث می‌شود پرستاران و پزشکان تحت مراقبت‌های آی‌سی‌یو قرار بگیرند که به دلیل حجم کاری زیاد که بیش از توانایی‌شان است، می‌تواند منجر به خطاهای پزشکی شود. در نتیجه، حتی یک تاخیر جزئی در تشخیص وخامت حال بیمار ممکن است منجر به ناتوانی شدید یا مرگ بیمار شود.

برای مراقبت از بیماران و فارغ آمدن بر چالش های موجود، فناوری های حوزه پزشکی نقش مهمی را ایفا می کنند . در این راستا با ظهور تکنولوژی های مدرن، می توان با بهره برداری از رشته های مختلف علوم از جمله کامپیوتر، به پیشرفت های قابل توجهی در زمینه مراقبت های بهداشتی مانند تشخیص زودهنگام و جلوگیری از بیماری ها دست یافت. از سوی دیگر، راه‌حل‌های سیستم‌های مراقبت‌های بهداشتی مدرن (فناوری‌های اطلاعات و ارتباطات) در سراسر جهان به طور مداوم در حال رشد هستند در این زمینه ، اینترنت اشیا به عنوان یک پارادایم جدید می تواند خدمات ضروری را از طریق ارائه نظارت هوشمند از راه دور ارائه دهد. اینترنت اشیا (IoT) یک مفهوم رو به رشد است که بر بسیاری از جنبه های زندگی انسان تأثیر گذاشته است. اینترنت اشیا به طور مداوم در حوزه مراقبت های بهداشتی در حال تحول است و هدف آن فراهم کردن سهولت برای بیماران در بارگذاری داده های مرتبط با سلامت و دریافت نسخه از پزشکان است. برای این منظور می توان از اپلیکیشن های گوشی های هوشمند استفاده کرد. استفاده از رایانش ابری در مراقبت‌های بهداشتی مبتنی بر اینترنت اشیا، تجزیه و تحلیل و پردازش داده‌ها را به روشی بسیار سریع‌تر و مطمئن‌تر امکان‌پذیر می‌سازد، همچنین ردیابی فعالیت های بدنی و پیگیری ضربان قلب و کالری دریافتی ، به دست آوردن علائم حیاتی مختلف مانند الکتروکاردیوگرام (ECG) ، الکترومیوگرافی (EMG)، دمای بدن، فشار خون در زمان واقعی، تشخیص زودهنگام و پیش بینی بیماری ها و... برخی دیگر از کاربرد های دستگاه‌های IoT در حوزه مراقبت های بهداشتی اند . در محیط های پزشکی حرفه ای نیز، کیفیت خدمات مراقبت های بهداشتی را می توان با نظارت خودکار بیمار افزایش داد. این یک سیستم مراقبت های بهداشتی منسجم را در خانه و بیمارستان از طریق ابر امکان پذیر می کند .

با وجود اینکه رایانش ابری جمع اوری ، تجزیه و تحلیل داده ها را تسهیل می کند اما از برخی چالش‌های بالقوه رنج می‌برد. سیستم‌های مراقبت بهداشتی مبتنی بر اینترنت اشیا، حجم عظیمی از داده‌ها را تولید می‌کنند که در مراکز داده ابری تجزیه و تحلیل و پردازش می‌شوند. ارسال حجم عظیمی از داده ها برای پردازش به ابر متعاقباً منجر به تأخیر و مشکلات استفاده از شبکه می شود . بنابراین، استفاده از رایانش ابری در سیستم‌های مراقبت بهداشتی مبتنی بر اینترنت اشیا مانع کارایی سیستم می‌شود. محاسبات مه برای غلبه بر این چالش های رایانش ابری معرفی شده است. محاسبات مه یک الگوی محاسباتی توزیع شده است که خدمات ابر مانند را در لبه شبکه ارائه می دهد. اصطلاح محاسبات مه در ابتدا توسط سیسکو در سال 2012 ایجاد شد . محاسبات مه، داده های لبه شبکه را پردازش می کند که توسط دستگاه های ناهمگن اینترنت اشیا تولید می شود. ادغام اینترنت اشیا و محاسبات مه در سیستم های مراقبت های بهداشتی می تواند برای مشاهده کارآمد داده های بیمار با کاهش تأخیر، استفاده از شبکه و مشکلات تراکم استفاده شود [2]

این پلتفرم تأخیر کم ،آگاهی از موقعیت مکانی و کیفیت خدمات (QoS) و کیفیت تجربه (QoE) را برای خدمات مراقبت های بهداشتی فراهم می کند . در واقع محاسبات مه نه تنها پارادایم رایانش ابری را به لبه شبکه می‌آورد، بلکه به مبانی پشتیبانی نشده یا نامناسب در پارادایم رایانش ابری نیز می‌پردازد. برخی از مطالعات نیز استفاده از محاسبات مه و IoT را در حوزه مراقبت های بهداشتی گزارش می کنند .

اگرچه اینترنت اشیا با ویژگی‌های زیادی برای بهبود زندگی بیماران همراه است ،این حال، پیاده‌سازی این دستگاه‌ها مجموعه‌ای از چالش‌ها را در زمینه نظارت از راه دور محیط، فناوری ارتباطات، وجود سیستم‌های پردازش هوشمند، ارائه خدمات آگاه از زمینه ایجاد می‌کند. در حال حاضر، در شبکه حسگرهای شخصی، پارامترهایی مانند تعداد سنسور، نرخ داده، تحرک، تأخیر، ارتباط و انتقال بر اساس کاربرد و نیاز موضوع انتخاب می‌شوند. علاوه بر این، مصرف انرژی و عمر باتری همچنان چالش‌های عمده‌ای را برای دستگاه‌های موجود در شبکه‌های حسگر ایجاد می‌کند. در حالی که دستگاه های چندرسانه ای به مسائل مربوط به هزینه محاسباتی و حریم خصوصی محدود شده است. همچنین، در مقیاس بزرگ، نظارت زمان واقعی یک سوال جدی داده های بزرگ است. استفاده از سیستم های مبتنی بر اینترنت اشیا همچنین می تواند برخی از تهدیدات امنیتی بالقوه را برای اطلاعات حساس بیمار که در سرورهای داده ذخیره می‌شود، ایجاد کند.نمونه هایی از تهدیدات امنیتی بالقوه عبارتند از جعل هویت، یکپارچگی داده ها، تبانی، استراق سمع، نقض داده ها و غیره. در حال حاضر، این تهدیدات امنیتی درک چشم انداز سلامت IoT را محدود می کند. داده های تولید شده توسط حسگرهای پزشکی و دستگاه های اینترنت اشیا در برابر تهدیدات آسیب پذیر هستند زیرا بسیار محرمانه هستند و افراد مجاز می توانند به آنها دسترسی داشته باشند. نقض حریم خصوصی منجر به افشای اطلاعات محرمانه به افراد غیرمجاز می شود. راه‌حل‌های فعلی پتانسیل محافظت از داده‌های بیمار را در انتقال دارند، اما در ارائه راه‌حل نقض‌های امنیتی ناتوان هستند. در این مقاله چالش ها فوق مورد بررسی بیشتری قرار گرفته و برخی راه حل های موجود برای آن ها شرح داده شده است .

بقیه مقاله به شرح زیر سازماندهی شده است: معماری پیشنهادی در بخش 2 توضیح داده شده است. کاربرد ها و مزایا در بخش 3 ارائه شده است. بخش 4 نیز چالش ها و محدودیت ها را شرح می دهد. در نهایت، بخش 5 نتیجه گیری این مقاله را ارائه می دهد.

2. معماری کارآمد مبتنی بر اینترنت اشیا و محاسبات مه

در این بخش، ما یک معماری / اکوسیستم جامع سلامت الکترونیک اینترنت اشیا چند لایه را توضیح می‌دهیم که می‌تواند اساساً روش های مراکز درمانی و کادر پزشکی را تغییر داده و سلامت و تندرستی بیشتر را به ارمغان بیاورد . جنبه های معماری که معمولاً در سیستم های IoT-Fog مراقبت های بهداشتی مورد نیاز است در شکل 2 نشان داده شده است.این سیستم از سه لایه اصلی تشکیل شده است: 1) اشیا (یعنی حسگرهای) متصل به بیماران، 2) گره های مه و 3) مرکز داده ابری. در اکثر سیستم‌های مراقبت بهداشتی مبتنی بر اینترنت اشیا، یک نقطه پل (یعنی مه) بین منبع داده (یعنی اشیا) و مرکز داده مورد نیاز است. معماری سیستم مراقبت های بهداشتی مبتنی بر مه شامل لایه های اصلی زیر است:

2.1. لایه اشیا :(Things Stratum)

این لایه به عنوان لایه درک‌پذیر شناخته می‌شود، جایی که تمام حسگرهای پزشکی و دستگاه‌های پوشیدنی به بیماران متصل هستند و بر روی شبکه IoT فعالیت می‌کنند. هر "چیز" (مانند دستگاه‌های نظارت بر ضربان قلب، اکسیژن خون و فشار خون) دارای شناسه منحصر به فرد، توانایی احساس داده‌ها و قابلیت ارتباطی بر روی شبکه برای تعامل با سیستم بهداشتی است. داده‌های جمع‌آوری شده در این لایه می‌توانند داده‌های بیومدیکال (مستقیماً از بدن بیمار) و/یا داده‌های محیطی (شرایط اطراف) باشند. هر دو نوع داده در خدمات بهداشتی ارزشمند هستند. داده‌های تولیدی/جمع‌آوری شده در این لایه از طریق پروتکل‌های ارتباطی بی‌سیم یا سیمی مانند بلوتوث، زیگبی و وای-فای به لایه مه منتقل می‌شوند.

2.2 لایه مه :(Fog Stratum)

این لایه به عنوان لایه شبکه میانی بین منبع داده و مراکز داده عمل می‌کند واولین مقصد داده‌های تولیدی و یا جمع‌آوری شده از لایه اشیا است. توپولوژی شبکه این لایه از چندین گره مه پراکنده ساخته شده است که خدمات بهداشتی اولیه را به کاربران نهایی ارائه می‌دهند. هر گره مه از طریق شناسه منحصر به فرد (مانند آدرس (IP) بر روی شبکه IoT شناخته می‌شود و از پروتکل‌های ارتباطی مختلفی پشتیبانی می‌کند. بنابراین، این لایه قابلیت انجام تبدیل پروتکل را دارد که این امر باعث انعطاف‌پذیری لایه مه برای دریافت و ارسال داده در سراسر شبکه IoT می‌شود. اهداف لایه مه شامل ارائه تعدادی از خدمات محاسباتی و ذخیره‌سازی، در کنار سایر خدمات سطح بالاتر مانند فیلترینگ داده‌ها و تجمیع داده‌ها است.

2.3 لایه مرکز داده :(Data Centre Stratum)

این لایه بالاترین لایه از سلسله مراتب شبکه IoT را تشکیل می‌دهد، که شامل یک مرکز داده متمرکز (مانند مین‌فریم) یا مرکز داده پراکنده (مانند ابرها) است. این لایه تحلیل و پردازش جامع داده‌ها را ارائه می‌دهد و بنابراین، داده‌های مفیدی را در مورد وضعیت بیماران برای مراقبان بهداشتی فراهم می‌آورد. علاوه بر این، داده‌های بهداشتی دریافتی در این لایه می‌توانند برای مدت طولانی نگهداری شوند تا منبعی از داده‌های بزرگ برای تحقیقات پزشکی اپیدمیولوژیک و آمار مفید تشکیل دهند. مه در لبه شبکه IoT اغلب کنترل سازنده‌ای بر هر دو لایه اشیا و ابر دارد [3].

3. پس زمینه ، کاربرد ها و مزایا

اینترنت اشیا (IoT) یک اکوسیستم در حال رشد است که سخت افزار، دستگاه های محاسباتی، اشیاء فیزیکی، نرم افزارها و حیوانات یا افراد را در یک شبکه یکپارچه می کند و آنها را قادر به تعامل، ارتباط، جمع آوری و تبادل داده می کند. تعداد کاربران، خدمات و برنامه های کاربردی مرتبط با اینترنت اشیا در رشته های مختلف افزایش یافته است .

به طور کلی، اینترنت اشیا دارای یک معماری چند لایه است که می تواند به چهار سطح مجزا تقسیم شود (شکل 1 را ببینید). از نمای پایین به بالا، اولین لایه لایه حسگر است که با انواع مختلف سخت افزار متصل به دنیای فیزیکی و جمع آوری داده ها ادغام می شود. لایه دوم لایه شبکه است که پشتیبانی از شبکه و انتقال داده ها را در شبکه های سیمی و بی سیم ارائه می دهد. لایه سوم، لایه سرویس است که انواع خدمات را با هدف برآوردن نیازهای کاربر ایجاد و مدیریت می کند. لایه بالایی لایه رابط است که روش های تعاملی را به کاربران و سایر برنامه ها ارائه می دهد، به طوری که می توان تمام داده ها را تجزیه و تحلیل کرد و همه خروجی ها را به راحتی ارائه و تحویل داد.

شکل 1 – سطوح معماری اینترنت اشیا

تعامل بین فناوری و مراقبت های بهداشتی دارای سابقه طولانی است. رشد سریع اینترنت اشیا و استقبال عمومی از حسگرهای زیستی پوشیدنی، فرصت‌های جدیدی برای سلامت الکترونیک و خدمات شخصی‌سازی شده ایجاد کرده است. مفهوم چهار لایه فوق برای فناوری‌ها و خدمات مراقبت‌های بهداشتی، از جمع‌آوری داده‌ها توسط حسگرها تا ارائه خدمات واقعی مراقبت های بهداشتی، مورد بررسی قرار می‌گیرد. این لایه‌ها شامل حسگر، شبکه، خدمات و رابط می‌باشند که ارتباط بین داده‌ها، پردازش، و ارائه خروجی‌ها را با هدف افزایش دسترسی کادر درمان به اطلاعات پزشکی بیماران اعم از ضربان قلب، فشار خون و سطح گلوکز و غیره فراهم می‌کنند.

با توجه به موارد فوق، مزایای استفاده از سلامت الکترونیک اینترنت اشیا را می‌توان به صورت زیر خلاصه کرد :

1) پردازش ، تجزیه و تحلیل داده های بزرگ: سلامت الکترونیک اینترنت اشیا می تواند به طور موثر سونامی مجموعه داده های چند مقیاسی، چندوجهی، توزیع شده و ناهمگن تولید شده توسط حسگرهای متصل را در مدت زمان مناسبی پردازش، تجزیه و تحلیل و دستکاری کند. این مورد ، امکان استخراج اطلاعات کاربردی مفید از داده های سلامت را فراهم می کند.

2) توانایی شخصی‌سازی و سفارشی کردن محتوا/خدمات: اینترنت اشیا به کمک تجزیه و تحلیل داده‌های بزرگ قادر به ارائه امکانات برای شخصی‌سازی و سفارشی کردن خدمات و محتوا در حوزه مراقبت‌های بهداشتی و درمانی می باشد. این امکانات می‌توانند نقش مهمی در بهبود رفاه افراد ایفا کنند، از جمله پیش‌بینی شرایط سلامتی مانند سرطان، عفونت و حملات قلبی قبل از وقوع، که به بیماران این امکان را می‌دهد که به صورت سریع واکنش نشان دهند.

3) استفاده راحت : IoT eHealth می تواند به راحتی توسط کاربران مورد استفاده قرار گیرد زیرا آنها فقط به کلیک بر روی دستگاه های پوشیدنی و یا برخی عملیات ساده در برنامه های تلفن هوشمند نیاز دارند.

4) کاهش هزینه: دو نوع کاهش هزینه وجود دارد. اولاً، کاهش هزینه به دلیل ادغام فناوری حاصل می شود و نیازی به پرداخت جداگانه برای استفاده از فناوری خاص نیست. دوم، بیماران می توانند وضعیت سلامتی خود را کنترل کنند که باعث می شود زمانی که وضعیت سلامتی آنها کمتر از حد توصیه شده است با پزشک مشورت کنند.

5) پزشکان می توانند مشارکت بیشتری داشته باشند: از آنجایی که پزشکان می توانند اطلاعات مربوط به وضعیت سلامتی بیماران را در زمان واقعی دریافت کنند، باعث صرفه جویی آنها برای معاینه بیماران می شود. پزشکان همچنین می توانند با تکیه بر سیستم های فناوری اطلاعات مراقبت های بهداشتی، تعداد بیشتری از بیماران را تحت نظر داشته باشند.

6) در دسترس بودن: بیماران و افرادی که در مراقبت از بیماران مشغول به کار هستند می توانند در هر زمان و هر مکان و بدون هیچ گونه مانع جغرافیایی به داده ها یا خدمات سلامت الکترونیک دسترسی داشته باشند.

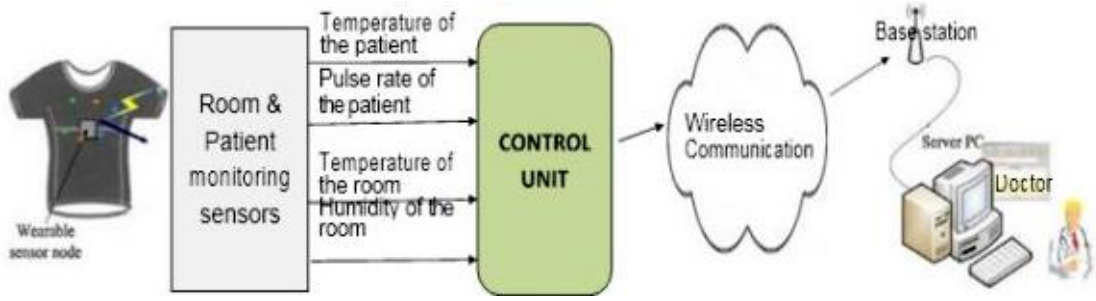
7) همکاری بین المللی: متخصصان سلامت در سراسر جهان از طریق اکوسیستم سلامت الکترونیک اینترنت اشیا به هم متصل هستند. این به بیماران امکان می دهد تا دسترسی بیشتری به امکانات بین المللی در دستان خود داشته باشند (در هر مکان و هر زمان). [4]

مراقبت‌های بهداشتی و خدمات پزشکی مبتنی بر اینترنت اشیا به عنوان یک راه‌حل نوین برای چالش‌های فعلی این حوزه شناخته شده است و امروزه در بسیاری از زمینه‌ها کاربردهای گسترده‌ای پیدا کرده است. در ادامه، به بررسی برخی از کاربردهای بالقوه اینترنت اشیا در زمینه مراقبت‌های بهداشتی می‌پردازیم که نقش مهمی در ارتقاء سلامت جامعه ایفا می‌کنند:

3.1 رد یابی و نظارت بر پارمتر های حیاتی بدن

با استفاده از یک سیستم نظارت از راه دور سلامت مبتنی بر اینترنت می توان با کمک سنسورهای از راه دور، پارامترهای سلامتی، به عنوان مثال،ضربان قلب ، فشار خون ، سطح گلوکز ، دمای بدن و غیره را به طور مداوم دنبال کرد. و بر اساس این مقادیر دریافتی، بیماری ها توسط پزشکان از راه دور تشخیص داده می شود. [5]

هدف اصلی این پروژه طراحی و اجرای یک سیستم هوشمند ردیابی سلامت بیمار است. شکل 2 نمای کلی سیستم پیشنهادی را نشان می دهد. حسگرها روی بدن بیمار تعبیه شده اند تا دما و ضربان قلب بیمار را حس کنند. دو سنسور دیگر در خانه قرار دارند تا رطوبت و دمای اتاقی که بیمار در آن اقامت دارد را حس کنند. این سنسورها به یک واحد کنترل متصل هستند که مقادیر هر چهار سنسور را محاسبه می کند. در مرحله بعد این مقادیر محاسبه و از طریق یک ابر اینترنت اشیا به ایستگاه پایه منتقل می شود. سپس پزشک در هر مکان دیگری به مقادیر از ایستگاه پایه دسترسی پیدا می کند. بنابراین بر اساس مقادیر دما و ضربان قلب و مقادیر سنسور اتاق، پزشک می تواند وضعیت بیمار را تعیین کند و اقدامات مناسب را انجام دهد. [6]



شکل2– نمای کلی سیستم ردیابی سلامت بیمار

3.2 . نظارت و رسیدگی به نیاز های بهداشتی سالمندان.

افراد سالمند همیشه به مراقبت و نظارت نیازمند هستند. با افزایش جمعیت سالمندان در سالهای اخیر ، چالش های جدیدی در این زمینه به وجود آمده است. علاوه بر آن ، امروزه بسیاری از سالمندان می‌خواهند علیرغم کاهش تدریجی طبیعی توانایی‌های جسمی و شناختی، به زندگی مستقل ادامه دهند، در حالی که بخش مهمی از این جمعیت سالمند از مشکلات سلامتی مرتبط با افزایش سن مانند آلزایمر، زوال عقل، اختلالات تنفسی، دیابت، بیماری های قلبی عروقی، آرتروز، سکته مغزی، بیماری های مزمن و غیره رنج می برند ، خانه هوشمند سلامت (HSH) و سیستم‌های مانیتورینگ سلامت (HMS) مبتنی بر اینترنت اشیا راه‌حل‌های عالی برای نظارت اگاهانه و رسیدگی به نیازهای پزشکی سالمندان هستند .این سیستم ها امکان ارائه خدمات پزشکی در خانه را فراهم می کنند که قبلاً فقط در بیمارستان ها در دسترس بودند. این خدمات بر جمع آوری و پردازش داده های مربوط به بیمار از حسگرهای پوشیدنی متکی است . به عنوان مثال پرستاران می توانند پارامتر هایی مانند ساعت خواب ، میزان کالری دریافتی و غیره را به کمک اینترنت اشیا و نرم افزار های مرتبط از راه دوره تحت نظر داشته باشند . هچنین اگر سالمندان به آشپزخانه ، حمام رفته ویا قصد ترک خانه را داشته باشند می توان روند فعالیت آنها را از دور کنترل کرد.

HSH و HMS از دو نوع معماری استفاده می کنند: متمرکز یا توزیع شده. در معماری متمرکز، یک دستگاه پردازش مرکزی وظیفه جمع آوری داده ها از شبکه حسگر، ارائه درمان و اجرای الگوریتم های مختلف را بر عهده دارد. بیشتر سیستم های نظارت بر معماری های متمرکز استوار هستند. اشکال چنین معماری هایی عدم تحمل شکست در هنگام خرابی سرور مرکزی، قطع شدن شبکه یا ازدحام شبکه است. در معماری توزیع شده، هر جزء به طور مستقل کار می کند و از طریق شبکه با یکدیگر ارتباط برقرار می کند. این معماری ها فرصتی را برای افزایش قابلیت اطمینان، در دسترس بودن، عملکرد برنامه و یکپارچه سازی اجزای سیستم موجود را فراهم می کند. [1]

3.3. اینترنت اشیا برای کمک به بخش مراقبت های ویژه

بخش مراقبت‌های ویژه (ICU) نقش بسیار مهمی در زمینه درمان ایفا می‌کند. واحد ICU یک منطقه ایزوله آموزش‌دیده، مجهز و مجزا از یک مرکز پزشکی است که به مراقبت و درمان بیماران مبتلا به بیماری‌های حاد اختصاص یافته است. در این

بخش، تجهیزاتی مانند سیستم‌های نظارت بر بیمار، دستگاه‌های درمان درد، دستگاه‌های احیای فوری، پشتیبانی تنفسی و قلبی، و سایر تجهیزات حمایت‌کننده حیات و غیره برای بیمارانی که به شدت آسیب دیده‌اند، در نظر گرفته شده است.
با وجود تمهیدات، این بخش ها نرخ مرگ و میر و عوارض بالاتری دارند. علاوه بر این، ICU ها نسبت به سایر سیستم های مراقبت های بهداشتی در برابر پیامدهای مختلف آسیب پذیرتر هستند. طبق یک نظرسنجی در [7]، 87 درصد از بیماران ICU اشتباهات پزشکی داشتند که 15.3 درصد از این اشتباهات منجر به پیامدهای سلامتی منفی می شد. حجم کار فوق العاده ای که توسط کارکنان بهداشتی ICU تجربه می شود، از جمله عواملی است که منجر به این گونه خطا ها در بخش ای سی یو می شود. به همین دلیل باید راهی برای بهینه سازی روش نظارت ICU وجود داشته باشد تا از شناسایی تاخیری موارد اورژانسی جلوگیری شود و بار متخصصان ICU کاهش یابد. در این راستا ، نظارت از راه دور بیمار از طریق سیستم های مبتنی بر اینترنت اشیا ، بعد جدیدی را برای حفظ رفاه و سلامت بیمار فراهم کرده است . هدف این سیستم ها نظارت مداوم بر علائم حیاتی و ارسال پیام هشدار به پزشک برای اطمینان از درمان به موقع در صورت بروز هرگونه اورژانس پزشکی بوده و علاوه بر این، می‌تواند داده‌های پارامتر سلامت بیمار را به سیستم سرور متمرکز ارسال کند تا آنها را تجزیه و تحلیل کند و گزارش‌های گرافیکی تولید کند. به طور خلاصه عملکرد این سیستم به شرح زیر است:

1) پایش و تجزیه و تحلیل لحظه ای پارامترهای سلامت بیمار ICU با استفاده از دستگاه های اینترنت اشیا.
2) طبقه بندی رویداد بر اساس محاسبات مه برای پاسخ بلادرنگ.
3) تصمیم گیری مبتنی بر هشدار در زمان واقعی با تحویل اطلاعات به پزشک و مراقبان در موقعیت های مختلف.

این یک فناوری هوشمند همراه با حسگرهایی برای نظارت و تشخیص سلامت بوده و تمام پارامترهای بیمار (فشار خون، SPO2، ECG) را نشان می دهد و پزشک می‌تواند آن را در هر نقطه از جهان با یک شناسه ابری ساده و اینترنت بررسی کند. حتی برقراری ارتباط از طریق تماس تصویری با پرستاران یا بیمار نیز امکان پذیر است . [8]

3.4 . اینترنت اشیا برای جلوگیری از سکته های قلبی ومغزی

امروزه ، سکته مغزی به دلیل عادت‌های بد غذایی از جمله سیگار و نوشیدنی، فشار کاری، عدم فعالیت بدنی و غیره به یک مسئله سلامتی قابل توجه برای اکثر مردم در سراسر جهان تبدیل شده است.با پیشرفت فناوری ، تکنیک های فراوانی مانند اینترنت اشیا ، رایانش ابری و مه برای مدیریت داده های مراقبت های بهداشتی و تشخیص درست بیماری هایی از جمله سکته قلبی و مغزی ارائه شده است. از این رو می توان از یک سیستم نظارت مبتنی بر اینترنت اشیا و محاسبات مه را برای پیش‌بینی و نظارت بر سکته مغزی استفاده کرد. این سیستم از سه لایه تشکیل شده است. این لایه ها لایه اطلاعات بیمار، لایه دروازه محاسبات مه و لایه ابر هستند. لایه اطلاعات بیمار وظیفه جمع آوری اطلاعات مربوط به سلامت، موقعیت مکانی، فعالیت، شخصی، رفتاری، محیطی و غیره را بر عهده دارد. از حسگرهای مختلف برای جمع آوری اطلاعات فوق استفاده می شود. اطلاعات جمع آوری شده برای پردازش و تشخیص داده ها به لایه دروازه محاسبات مه ارسال می شود. در این لایه از یک طبقه بندی کننده گروهی برای پیش بینی ضربه استفاده می شود. زمانی که سکته مغزی پیش‌بینی شد، این اطلاعات از طریق یک پیام هشدار برای بیماران ارسال می‌شود و می‌توان اقدام پیشگیرانه انجام داد. نقش لایه ابری ذخیره اطلاعات پردازش شده و همچنین به اشتراک گذاری این اطلاعات با پزشکان، بیمارستان ها و اعضای خانواده بیماران است. از اطلاعات ذخیره شده نیز برای محاسبه تاثیر سکته استفاده می شود. برخی از پیام های هشدار نیز می تواند برای کاربر ارسال شود. از این رو، یک سیستم نظارتی مبتنی بر محاسبات اینترنت اشیا و مه برای تشخیص و پیش‌بینی سکته مغزی توسعه داده شده است. علاوه بر این، در یک طبقه بندی دیگر، سیستم نظارتی یکپارچه مبتنی بر محاسبات مه برای پیش‌بینی و نظارت برسکته مغزی پیشنهادی شده است. [9]

3.5. اینترنت اشیا برای افراد دارای معلولیت و نیازهای ویژه

در سال 2011، WHO اولین نظرسنجی خود را در مورد معلولیت انجام داد و گزارش داد که بیش از یک میلیارد نفر (معادل 15٪ جمعیت جهان) با معلولیت زندگی می کنند [10]. سلامت الکترونیک اینترنت اشیا می تواند راحتی زیادی را برای این جمعیت آسیب پذیر به ارمغان بیاورد و زندگی آنها را به طور قابل توجهی از طریق فناوری های جدید و خودکار، به شکلی سریع و قابل اطمینان افزایش دهد. به عنوان مثال، تعدادی دستکش هوشمند با سنسورهای اینرسی کم‌هزینه ساخته شده‌اند که افراد ناشنوا را قادر می‌سازد تا با افرادی که چندان با زبان اشاره آمریکایی آشنایی ندارند ارتباط برقرار کنند. ساعت‌های هوشمند به بیماران مبتلا به اختلالات گفتاری برای آموزش عملکردهای گفتاری خود به سایرین از راه دور استفاده می‌شوند. سیستم‌های اینترنت اشیا در شهرهای هوشمند برای بهبود دسترسی کاربران ویلچری که با چالش‌های مرتبط با تحرک در زندگی روزمره مواجه هستند، ساخته شده‌اند [11]. اینترنت اشیا همچنین می تواند به جمع آوری اطلاعات از افراد در مورد نیازهای ویژه آنها از راه دور در محیط های شخصی آنها کمک کند. مدارس می توانند از پلتفرم های اینترنت اشیا استفاده کنند تا آموزش با نیازهای ویژه را برای کودکان دارای معلولیت کارآمدتر و قابل دسترس تر کنند. عینک بی سیم نانو شبکیه چشم نوعی دستگاه اینترنت اشیا است که در حال حاضر در بازار عرضه شده است و امکان برقراری ارتباط با ایمپلنت های شبکیه چشم در افراد نابینا را برای تنظیم دقیق تصاویر در زمان واقعی فراهم می کند. [4]

علاوه بر موارد ذکر شده ، اینترنت اشیا کاربرد های دیگری از جمله تسهیل در دریافت نسخه از پزشکان به کمک اپلیکیشن های هوشمند ، مدیریت و پایش انبار دارو ها و کمک به تامین به موقع اقلام دارویی ، تنظیم خودکار دما ، نور و میزان رطوبت در بیمارستان ها و غیره را در بحث مراقبت های بهداشتی شامل می شود .

4. چالش ها محدودیت ها

در بخش قبلی مهمترین کاربرد های اینترنت اشیا در حوزه مراقبت های بهداشتی را شرح دادیم . دستیابی به این موارد و پیاده سازی آنها همواره با چالش ها و محدودیت هایی مواجه بوده است . در این بخش به چالش ها و راهکار های موجود برای آنها می پردازیم .

4.1. مدیریت داده ها

چالش‌های مدیریت داده برای سلامت الکترونیک اینترنت اشیا مشابه چالش‌هایی است که اینترنت اشیا در سایر حوزه‌ها با آن مواجه است. با این حال، داده‌های سلامت الکترونیک از حسگرهای پزشکی متصل به انسان به دست می‌آیند. بدن انسان یک سیستم پویا است که به طور مداوم حالت خود را تغییر می دهد. از این رو، همانطور که در برنامه‌های IoT eHealth مشاهده می‌شود، جریان ثابتی از داده‌ها از سنسورهای لبه به وسیله گره‌های محاسباتی مه وجود خواهد داشت. هزینه سنسورها و محاسبات در حال کاهش است و از این رو، جمع آوری کلان داده در مدت زمان کوتاه ارزان تر شده است. از طرف دیگر، IoT eHealth باید پیچیدگی داده‌ها را از نظر تنوع، حجم و سرعت کنترل کند. چالش تنوع داده در اینترنت اشیا بسیار جدیدتر از آن چیزی است که در 10 سال پیش وجود داشته . بسته به برنامه های کاربردی کاربر نهایی مراقبت های بهداشتی، ده ها فرمت داده وجود دارد. برای مثال، داده‌های ECG را می‌توان در قالب XML مخابره کرد، در حالی که تشخیص بیماری‌های پوستی با استفاده از دستگاه IoT مبتنی بر دوربین ، نیاز به مدیریت فرمت‌های تصویری دارد [12]. پشتیبانی از فرمت داده برای رایانه های لبه به تولید کنندگان و مشتریان هدف آنها بستگی دارد. علاوه بر فرمت داده لبه، مدل داده در ابر نیز متفاوت است و بنابراین نیاز به استانداردسازی دارد. چالش‌های حجم و سرعت داده‌ها بیشتر با قابلیت‌های سخت‌افزار گره مه برای دریافت، پردازش، ذخیره و ارتباط داده‌های با وضوح بالا که از دستگاه‌های پزشکی که می‌تواند با بیماران یا بیمارستان‌ها یا

کلینیک‌ها باشد، مرتبط است. بنابراین، نیاز به سیستم مدیریت مه وجود خواهد داشت تا بتواند بر جریان داده بین محاسبات مه و محاسبات ابری نظارت کند. [4]

4.2. ایجاد رابط ساده و کاربر پسند

یکی از عوامل کلیدی در سلامت الکترونیک اینترنت اشیا، رابط کاربری حسگرها، تلفن‌های هوشمند، تبلت‌ها، رایانه‌ها و دیگر اشکال تعاملات فناوری‌ها با کاربر است است. وقتی دستگاه‌های پزشکی اینترنت اشیا طراحی می‌شوند و به بیمارانی داده می‌شوند که تجربه استفاده از ابزارهای پیشرفته را ندارند، بسیار مهم است که کاربران نهایی بتوانند خود را با این دستگاه‌ها وفق دهند. به طور کلی، کاربران نهایی دانش محدودی در مورد شبکه های بی سیم، همگام سازی حسگرها و سایر عملیات دستگاه دارند. علاوه بر این، هنگامی که دستگاه‌ها در محیط‌های راه دور قرار می‌گیرند، راه‌اندازی سیستم‌های سلامت الکترونیک باید ساده و مستقل باشد. به عنوان مثال، جمعیت سالمندان یکی از بزرگترین ذینفعان سلامت الکترونیک اینترنت اشیا خواهند بود. از این رو، رابط های دستگاه باید کاربرپسند (بیمار) بوده و به حداقل مشارکت متخصصان نیاز داشته باشد. یکی از روش‌های موفق در مهندسی فاکتورهای انسانی، طراحی مشارکتی است که در آن ذینفعان یا کاربران نهایی دستگاه‌های سلامت الکترونیک اینترنت اشیا می‌توانند بخشی از تیم طراحی شوند تا بازخورد مستمری را در مورد علاقه‌مندی‌ها، دوست نداشتن‌ها و راحتی خود ارائه دهند. [13]

4.3. بهبود پردازش داده‌ها به کمک محاسبات مه

سلامت الکترونیک از جمله برنامه‌های حیاتی اینترنت اشیا است که نمی‌تواند تأخیر را تحمل کند. در واقع، توانایی تجزیه و در چند ثانیه یک ضرورت است. بنابراین، تکیه بر مدل و معماری ابر سنتی برای جمع‌آوری و تجزیه و تحلیل داده‌های حساس پزشکی، علائم حیاتی و سیگنال‌های زیستی بیماران در یک منطقه جغرافیایی وسیع در حضور شرایط محیطی مختلف عملی نیست. کارآمدترین رویکرد برای مقابله با این مشکل استفاده از محاسبات مه یا لبه برای ارتقاء رایانش ابری و خدمات به سطح بعدی است. گره مه به عنوان دستگاهی با محاسبات، ذخیره سازی و اتصال شبکه تعریف می شود در پلتفرم eHealth پیشنهادی، داده‌های حساس به زمان را تجزیه و تحلیل می‌کنیم و تصمیم بسیار حساس به زمان را در مورد گره‌های مه می‌گیریم. این گره ها در نزدیکترین فاصله به دستگاه های پزشکی که داده ها را تولید می کنند قرار می گیرند. از طرف دیگر، ما بقیه داده ها را به عنوان منبع اصلی ذخیره سازی و محاسباتی به ابر ارسال می کنیم. لازم به ذکر است که یکی دیگر از مسائل اصلی سلامت الکترونیک اینترنت اشیا، حفظ پهنای باند شبکه است. به عنوان مثال، یک دستگاه ECG می تواند چندین گیگابایت داده مهم زمانی خام را در یک روز تولید کند. با این حال، ارسال این حجم عظیم داده از هزاران بیمار به فضای ابری امکان پذیر نیست و حتی ضروری نیست. در نتیجه، گره‌های مه برای پردازش، فیلتر کردن و فشرده‌سازی داده‌هایی که بین دستگاه‌های پزشکی و ابر حرکت می‌کنند، معقول هستند. علاوه بر این، محاسبات مه امنیت و حفظ حریم خصوصی داده‌ها را در برنامه‌های اینترنت اشیا در حوزه بهداشت بهبود می‌بخشد. با پردازش داده‌های حساس بیماران به صورت محلی در لبه شبکه، سازمان‌های بهداشتی می‌توانند خطر نفوذ داده‌ها یا دسترسی غیرمجاز به اطلاعات شخصی سلامت را به حداقل برسانند.

یکی از مزایای اصلی بهره‌برداری از محاسبات مه در اینترنت اشیا در حوزه بهداشت، بهبود پردازش داده‌ها به صورت زمان‌واقعی است. سیستم‌های بهداشتی مقادیر زیادی از داده‌ها را از منابع مختلفی مانند دستگاه‌های قابل‌پوشیدن، حسگرهای پزشکی و پرونده‌های الکترونیک پزشکی تولید می‌کنند. با پردازش این داده‌ها در لبه شبکه با استفاده از منابع محاسبات مه، ارائه‌دهندگان خدمات بهداشتی می‌توانند به سریعترین شکل ممکن به اطلاعات بیماران دست پیدا کنند، نشانگان حیاتی را نظارت کرده و ناهنجاری‌ها یا روندهایی که نیازمند توجه فوری هستند را تشخیص دهند.[4]

4.4. امنیت و حریم خصوصی

هر دستگاه IoT ممکن است یک خطر بالقوه داشته باشد که می تواند برای آسیب رساندن به کاربران نهایی یا به خطر انداختن حریم خصوصی آنها مورد سوء استفاده قرار گیرد. این بخش درباره اهمیت امنیت و حریم خصوصی در دستگاه‌های

اینترنت اشیا (IoT) و تأثیر آن بر اطلاعات و حریم شخصی کاربران را، مطرح می کند . به طور کلی، امنیت برای همه برنامه‌ها حیاتی است و در موارد مراقبت‌های بهداشتی ضروری‌تر است، زیرا یک نقطه ناامن در یک سیستم ممکن است به قیمت جان انسان تمام شود. به عنوان مثال، گزارش شده است که یک پمپ کننده انسولین در یک سیستم مدیریت گلوکز خون مبتنی بر IoT می تواند در فاصله 100 فوتی هک شود. برای ارائه یک سیستم مراقبت بهداشتی IoT ایمن، کل سیستم شامل گره‌های حسگر، دروازه‌ها، Fog و Cloud باید با دقت در نظر گرفته شود. اگر یکی از دستگاه ها یا اجزای آن هک شود، کل سیستم می تواند توسط هکرها کنترل یا دستکاری شود. [14] . امنیت و حریم خصوصی در زمینه IoT eHealth از مراحل مختلفی از تولید داده ها و مشخصات تا پیاده‌سازی و استقرار سیستم پوشش داده می‌شود برای محافظت از اکوسیستم IoT eHealth، چالش‌هایی وجود دارد که با رویکرد چندلایه‌ای جامع باید بر آن‌ها را غلبه کرد. این چالش‌ها در لایه‌های دستگاه، شبکه، ابر و کاربران باید مدیریت شوند. در هر لایه از این سیستم، حملات مختلفی وجود دارند که باید با استفاده از روش‌های امنیتی متناسب مهار شوند.همچنین در محاسبات مه ، امنیت می تواند به عنوان یک مشکل تحقیقاتی به دلیل موقعیت آن در شبکه دیده شود. کار در لبه شبکه نیز می تواند تهدیداتی را ایجاد کند که در معماری ابر سازمان یافته وجود ندارد. یکی از این تهدیدات می تواند یک مرد در حمله میانی باشد، یعنی زمانی که مهاجم می تواند ارتباط بین دو طرف را انتقال داده و جهت آن را تغییر دهد. در سناریوی سیستم مراقبت‌های بهداشتی، حمله می‌تواند دروازه‌ای را که بین حسگر نظارت بر بیمار و گره مه‌آلود که داده‌های آن بیمار را پردازش می‌کند، به خطر بیاندازد.

از جمله تدابیر امنیتی در لایه دستگاه می‌توان به مدیریت هویت، احراز هویت، مدیریت مجوزها، رمزنگاری، کنترل دسترسی، و ایمنی در انتقال داده‌ها اشاره کرد. در لایه شبکه نیز از مکانیسم‌های مطمئن برای ایجاد ارتباطات مناسب استفاده می‌شود و در لایه ابر نیز به روش‌های مبارزه با حملات مختلف مانند حملات DoS و injection پرداخته می‌شود. در نهایت، لایه کاربر نیز نقش مهمی در امنیت IoT eHealth دارد و باید افراد آموزش داده شوند تا از افشای اطلاعات حساس خود جلوگیری کنند. به طور کلی غلبه بر چالش ها مستلزم یک رویکرد جامع می باشد ، از جمله موارد زیر :

1) لایه دستگاه: حملاتی مانند شبیه سازی برچسب، جعل و پارازیت RF را می توان با تأیید گواهینامه ها، استفاده از راه اندازی ایمن، جعبه ایمنی برنامه، کنترل دسترسی، حفاظت از داده ها و مکانیسم های انتقال ایمن ، کاهش داد.
2) لایه شبکه: با استفاده از روش های مسیریابی مطمئن، تأیید صحت پیام و تکنیک های رمزگذاری استراق سمع، می توان از حملات Sybil و حملات Man-in-the-Middle با جلوگیری کرد.
3) لایه ابر : اقدامات امنیتی مانند پیشگیری از حملات DoS، حفاظت از تزریق SQL و دفاع بدافزار برای برنامه‌های e Health مبتنی بر ابر ضروری هستند.
4) لایه کاربر: آموزش کاربران برای محافظت از داده های پزشکی خود، اجتناب از انتخاب رمزهای عبور ضعیف، خرید تجهیزات استفاده شده و کلیدهای اشتراک گذاری، از راه های افزایش امنیت سلامت الکترونیک اینترنت اشیا هستند.[4]

5. نتیجه گیری

در این مقاله، ما به بررسی عمیق کاربردها و چالش‌های استفاده از اینترنت اشیا (IoT) مبتنی بر محاسبات مه در حوزه مراقبت‌های بهداشتی پرداختیم. در بخش اول، معماری کارآمد مبتنی بر IoT و محاسبات مه را توضیح دادیم که چگونه می‌تواند به بهبود کیفیت خدمات و کاهش هزینه‌ها کمک کند. در بخش دوم، کاربردها و مزایای استفاده از این فناوری‌ها در مراقبت‌های پزشکی را شرح دادیم که شامل دسترسی به داده‌های به‌روز، پایش دقیق بیماران و تسهیل در تصمیم‌گیری‌های پزشکی می‌شود. در نهایت، در بخش سوم به چالش‌های موجود از جمله رابط کاربری، پردازش بهینه داده‌ها، امنیت و حریم خصوصی پرداختیم که نشان‌دهنده نیاز به توسعه استانداردها و راهکارهای نوآورانه برای مقابله با این مسائل است.

با توجه به تحقیقات انجام‌شده، می‌توان نتیجه گرفت که اینترنت اشیا مبتنی بر محاسبات مه پتانسیل قابل‌توجهی برای انقلابی کردن صنعت مراقبت‌های بهداشتی دارد. با این حال، برای دستیابی به این پتانسیل، باید چالش‌های فنی و اخلاقی موجود را با رویکردهای متعادل و مسئولانه مورد توجه قرار داد. این امر نیازمند همکاری نزدیک بین متخصصان IT، محققان بهداشتی و سیاست‌گذاران است تا اطمینان حاصل شود که فناوری‌های نوین به نحوی پیاده‌سازی می‌شوند که حداکثر سود را برای بیماران و کمترین ریسک را برای حریم خصوصی و امنیت داده‌ها به همراه داشته باشند. در نهایت، تعامل موثر بین تکنولوژی و مراقبت‌های بهداشتی می‌تواند به ارتقاء سطح سلامت جامعه کمک کند و زمینه‌ساز پیشرفت‌های بیشتر در این حوزه شود.

6. منابع

[1] Debauche, O., Mahmoudi, S., Manneback, P., & Assila, A. (2019). Fog IoT for Health: A new Architecture for Patients and Elderly Monitoring. In Procedia Computer Science (Vol. 160, pp. 289–297). Elsevier BV. https://doi.org/10.1016/j.procs.2019.11.087

[2] Awaisi, K. S., Hussain, S., Ahmed, M., Khan, A. A., & Ahmed, G. (2020). Leveraging IoT and Fog Computing in Healthcare Systems. In IEEE Internet of Things Magazine (Vol. 3, Issue 2, pp. 52–56). Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE). https://doi.org/10.1109/iotm.0001.1900096

[3] Al-khafajiy, M., Webster, L., Baker, T., & Waraich, A. (2018). Towards fog driven IoT healthcare. In Proceedings of the 2nd International Conference on Future Networks and Distributed Systems. ICFNDS'18: International Conference on Future Networks and Distributed Systems. ACM. https://doi.org/10.1145/3231053.3231062

[4] Farahani, B., Firouzi, F., Chang, V., Badaroglu, M., Constant, N., & Mankodiya, K. (2018). Towards fog-driven IoT eHealth: Promises and challenges of IoT in medicine and healthcare. In Future Generation Computer Systems (Vol. 78, pp. 659–676). Elsevier BV. https://doi.org/10.1016/j.future.2017.04.036

[5] Trayush, T., Bathla, R., Saini, S., & Shukla, V. K. (2021). IoT in Healthcare: Challenges, Benefits, Applications, and Opportunities. In 2021 International Conference on Advance Computing and Innovative Technologies in Engineering (ICACITE). 2021 International Conference on Advance Computing and Innovative Technologies in Engineering (ICACITE). IEEE. https://doi.org/10.1109/icacite51222.2021.9404583

[6] IOT BASED HEALTH MONITORING SYSTEM. (2020). In Journal of critical reviews (Vol. 7, Issue 04). SynthesisHub Advance Scientific Research. https://doi.org/10.31838/jcr.07.04.137

[7] B. E. Bosma, N. G. M. Hunfeld, E. Roobol-Meuwese, T. Dijkstra, S. M. Coenradie, A. Blenke, W. Bult, P. H. G. J. Melief, M. P.-V. Dixhoorn, and P. M. L. A. van den Bemt, ''Voluntarily reported prescribing, monitoring and medication transfer errors in intensive care units in The Netherlands,'' Int. J. Clin. Pharmacy, vol. 43, no. 1, pp. 66–76, Feb. 2021

[8] Mudawi, N. A. (2022). Integration of IoT and Fog Computing in Healthcare Based the Smart Intensive Units. In IEEE Access (Vol. 10, pp. 59906–59918). Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE). https://doi.org/10.1109/access.2022.3179704

[9] Ajay Dev a ,Sanjay Kumar Malik b . IoT and Fog Computing Based Prediction and Monitoring System for Stroke Disease . Vol.12 No.12 (2021), 3211-3223. Department of Computer Science and Engineering, SRM University, Delhi-NCR, Sonepar, India

[10] W. H. Organization, The world health report: World report on disability. World Health Organization, 2002.

[11] L. Yang, W. Li, Y. Ge, X. Fu, R. Gravina, and G. Fortino, "People-centric service for mhealth of wheelchair users in smart cities," in Internet of Things Based on Smart Objects. Springer, 2014, pp. 163–179.

[12] A. Bourouis, A. Zerdazi, M. Feham, and A. Bouchachia, "M-health: skin disease analysis system using smartphone's camera," Procedia Computer Science, vol. 19, pp. 1116–1120, 2013.

[13] M. Gordon, R. Henderson, J. H. Holmes, M. K. Wolters, I. M. Bennett et al., "Participatory design of ehealth solutions for women from vulnerable populations with perinatal depression," Journal of the American Medical Informatics Association, vol. 23, no. 1, pp. 105–109, 2016.

[14] Negash, B., Gia, T. N., Anzanpour, A., Azimi, I., Jiang, M., Westerlund, T., Rahmani, A. M., Liljeberg, P., & Tenhunen, H. (2017). Leveraging Fog Computing for Healthcare IoT. In Fog Computing in the Internet of Things (pp. 145–169). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-57639-8_8

Applications and challenges of Internet of Things based on fog computing in healthcare

Ehsan Narimani[1] , Mohammad Jan Bozorgi [2], Amirhossein Mirzaei [3].

PhD in Computer Software, Najaf Abad University, Isfahan, Iran [1]
Drehsannarimani@gmail.com
Senior Computer Software, Durood, Lorestan, Iran [2]
, mohammad.janbozorgi@yahoo.com
Bachelor of Computer Software, Poldokhtar Higher Education Center,Lorestan, Iran [3]
amir.word79@gmail.com

Abstract— In the current digital era, the Internet of Things (IoT) and fog computing are considered as two fundamental pillars in digital transformation. These technologies, especially in the field of health care, have the potential to improve the quality of life of patients and the efficiency of medical professionals. This article examines the applications, benefits and challenges of using IoT based on fog computing in healthcare. In the first part, an efficient architecture of IoT and fog computing is presented, which shows how these technologies can reduce costs and increase access to services. be effective medicine. This architecture, using data from connected devices, enables real-time monitoring and big data analysis, which can help in early diagnosis of diseases and better management of chronic diseases. Next, various applications of IoT in healthcare are explored. . Among these applications, we can mention remote health monitoring, addressing the health needs of the elderly, collecting accurate clinical data, and preventing diseases such as heart attack and stroke, all of which lead to increasing the quality of care and reducing medical errors. Then, the challenges existing in the use of these technologies has been considered. User interface, optimal data processing, security and privacy are among the things that should be examined more carefully. These challenges need to be addressed and resolved to ensure the safe and effective use of IoT in healthcare. Finally, this paper concludes that despite the existing challenges, IoT based on fog computing can play a key role in digital transformation. Provide health care. However, to achieve this goal, there is a need for interdisciplinary cooperation, development of global standards and innovative solutions to solve existing challenges. This can lead to the improvement of society's health level and further progress in this field

Keywords: Internet of things, fog computing, health care, smart health