بررسی کارکردهای اینترنت اشیا در حوزه بهداشت و درمان

اعظم کربلایی حسنی[1*]، زهرا رئیس جعفری مطلق[2]
[1] دانشجوی دپارتمان کامپیوتر، آموزشکده فنی دختران قم، دانشگاه فنی و حرفه ای استان قم، ایران، akhasani1369@gmail.com
[2] مدرس دپارتمان کامپیوتر، آموزشکده فنی دختران قم، دانشگاه فنی و حرفه ای استان قم، ایران، jafari.zrm@gmail.com

چکیده: استفاده از فناوری اینترنت اشیا در مراقبت‌های پزشکی و درمانی، تضمین می‌کند تا کیفیت مراقبت در حوزه سلامت افزایش یابد و هزینه‌ها با بهینه‌سازی منابع ارائه شده توسط آن به حداقل برسد. سیستم‌های مبتنی بر اینترنت اشیا وظیفه مراقبت کامل از بیمار را برعهده دارند و این سیستم‌ها متناسب با شرایط بیمار، انعطاف‌پذیر هستند و می‌توان پارامترهایی را برای هر بیمار تعیین کرد. با استفاده از این روش در مورد وضعیت سلامتی حال و آینده بیمار اطمینان خواهیم داشت. در این مقاله ما به بررسی کاربردهای اینترنت اشیا در حوزه سلامت و کارهای انجام شده در این زمینه پرداخته‌ایم. در بخش نتیجه‌گیری به تحلیل کارکردهای نوظهور اینترنت اشیا در مقالات جدید در حوزه سلامت می‌پردازیم.

کلید واژه‌ها: اینترنت اشیا، حوزه سلامت، مراقبت بیمار، وضعیت سلامتی

۱- مقدمه

مفهوم اصلی شبکه دستگاه‌های هوشمند در اوایل سال ۱۹۸۲ مورد بحث قرار گرفت، با یک دستگاه فروش خودکار کوکاکولا در دانشگاه کارنگی ملون به‌عنوان اولین وسیله متصل به اینترنت [۱]، که می‌تواند موجودی خود و اینکه آیا نو شیدنی‌های تازه بارگیری شده سرد است یا نه را گزارش کند، بحث شد [۲].

در عصر جدید ارتباطات و فناوری، رشد روزافزون دستگاه‌های الکترونیکی، تلفن‌های هوشمند و تبلت‌ها که می‌توانند از طریق فیزیکی یا بی‌سیم ارتباط برقرار کنند، به ابزار اساسی زندگی روزمره تبدیل شده است. نسل بعدی دنیای متصل، اینترنت اشیا (IoT) است که دستگاه‌ها، سنسورها، لوازم خانگی، وسایل نقلیه و سایر موارد را به هم متصل می‌کند. اشیا ممکن است شامل برچسب شناسایی فرکانس رادیویی(RFID)، تلفن‌های همراه، سنسورها، محرک‌ها و موارد دیگر باشند [۳].

به غیر از استفاده شخصی، IoT به نیازهای جامعه نیز خدمت می‌کند. دستگاه‌های هوشمند مختلفی که عملکردهای متنوعی از جمله نظارت بر عمل جراحی در بیمارستان‌ها، تشخیص شرایط آب و هوایی، فراهم‌آوردن ردیابی و اتصال در خودروها و شناسایی حیوانات را انجام می‌دهند، در حال حاضر در خدمت نیازهای خاص جامعه هستند [۴].

اینترنت اشیا پزشکی (IOMT) برای افزایش دقت، قابلیت اطمینان و بهره‌وری دستگاه‌های الکترونیکی در صنعت بهداشت و درمان نقش حیاتی دارد. محققان با اتصال منابع پزشکی موجود و خدمات مراقبت‌های بهداشتی به یک سیستم مراقبت‌های بهداشتی دیجیتالی کمک می‌کنند. بهداشت و درمان یکی از سریع‌ترین موارد حوزه‌های کاربردی فناوری اینترنت اشیا در حال گسترش است. از دستگاه‌های اینترنت اشیا می‌توان برای نظارت بر سلامت از راه دور بیماران مبتلا به بیماری‌های مزمن مانند بیماری‌های قلبی عروقی استفاده کرد [۵].

افراد زیادی در دنیا وجود دارند که ممکن است سلامت آنها در معرض خطر باشد زیرا دسترسی مناسبی به بیمارستان‌ها و نظارت بر بهداشت ندارند. با توجه به جدیدترین فن‌آوری، تکنولوژی کوچک بی‌سیم که به IoT متصل هستند، امکان کنترل بیماران از راه دور به جای مراجعه به بیمارستان‌های ایجاد شده را فراهم می‌کند. انواع حسگرهای متصل به بدن بیمار را می‌توان برای بدست آوردن اطلاعات سلامت به طور ایمن استفاده کرد و داده‌های جمع‌آوری شده را می‌توان تجزیه و تحلیل کرد (با استفاده از برخی الگوریتم‌های مربوطه) و با استفاده از رسانه‌های انتقال مختلف با ایستگاه‌های پایه یا Wi-Fi که به اینترنت متصل است) به سرور ارسال می‌شوند [۶]. همه متخصصان پزشکی می‌توانند به داده‌ها دسترسی پیدا کرده و آنها را مشاهده کنند، بر همین اساس تصمیم می‌گیرند که خدمات را از راه دور ارائه دهند. دستگاه‌های اینترنت اشیا می‌تواند برای فعال کردن نظارت از راه دور بر سلامت و اخطارهای اضطراری استفاده شود. دستگاه نظارت بر سلامت از فشارخون و نظارت بر ضربان قلب تا دستگاه‌های پیشرفته قادر به نظارت ایمپلمنت‌های تخصصی، مانند ضربان‌ساز فیت‌بیت مچ‌بندهای الکترونیکی یا سمعک پیشرفته را شامل می‌شود. بعضی از بیمارستان‌ها شروع به اجرای «تخت هوشمند»

شکل ۱: سناریوی برنامه اینترنت اشیا بهداشت و درمان [۷].

کرده‌اند که می‌تواند تشخیص دهد تخت چه زمانی اشغال است یا زمانی که بیمار می‌خواهد بلند شود را متوجه می‌شود. همچنین می‌تواند فشار مناسب را تنظیم کند و بدون تعامل پرستاران، به بیمار رسیدگی شود. سنسورهای تخصصی همچنین می‌تواند فضاهای زندگی را برای نظارت بر سلامت و رفاه عمومی شهروندان، مجهز کند. درحالی‌که همچنین از اجرای درمان مناسب و کمک به مردم برای دوباره بدست آوردن پویایی به وسیله معالجه اطمینان حاصل کنند [۸]. همچنین دستگاه‌هایی مانند wearable heart monitor به وسیله IoT امکان‌پذیر است [۹].

۲- کاربردها

توانایی تشخیص تغییرات در وضعیت فیزیکی اشیا برای ثبت تغییرات محیط ضروری است. در این راستا، سنسور یک نقش محوری در پل زدن بر روی شکاف بین دنیای فیزیکی و مجازی را ایفا کرده و اشیا را قادر به پاسخگویی به تغییرات محیط اطراف می‌کند. سنسورها داده‌ها را از محیط اطراف جمع‌آوری کرده، تولید اطلاعات می‌کنند و سطح آگاهی را بالا می‌برند. به عنوان مثال، سنسور در یک ژاکت الکترونیکی می‌تواند اطلاعات در مورد تغییر درجه حرارت خارجی را جمع‌آوری کرده و پارامترهای ژاکت را براین اساس تنظیم کند. از سنسورهای رایج این حوزه می‌توان به سنسور اندازه‌گیری ضربان قلب، سنسور اندازه‌گیری سیگنال قلب، سنسور اندازه‌گیری دما و سنسور ژیروسکوپ اشاره کرد.

برای ارتباط سنسور و گوشی موبایل هوشمند از واسط‌های متفاوتی می‌توان استفاده کرد. در شکل ۲، درصد استفاده از تکنولوژی‌های مختلف در اینترنت اشیا نشان داده شده است.

خوشه‌ی پژوهشی اینترنت اشیای اروپا (IERC) دسته‌بندی جامعی برای زمینه‌های کاربرد اینترنت اشیا برای سلامت هوشمند در بخش بهداشت و درمان (سلامت) ارائه کرده است. برخی کاربردها از نوع خدمت و برخی از نوع محصول هستند. کاربردهای اینترنت اشیا در بخش بهداشت و درمان (سلامت هوشمند) عبارتند از:

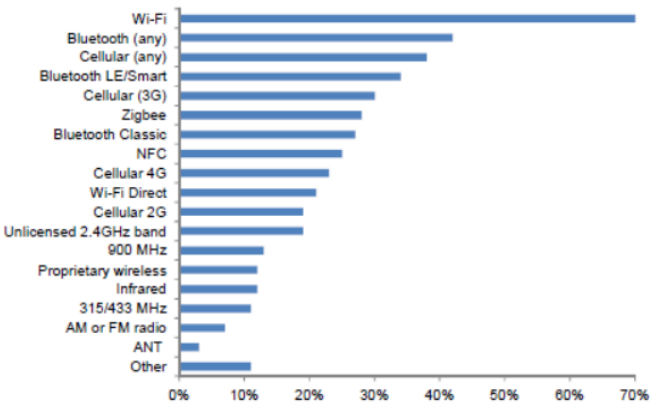
تشخیص افتادن: این کاربرد متمرکز بر افراد مسن و ناتوان است و در پی کمک به زندگی آن‌هاست، به‌طوری که بتوانند مستقل زندگی کنند.

نظارت بر فعالیت‌های فیزیکی افراد سالمند: با نصب ادواتی خاص می‌توان فعالیت‌های فیزیکی و وضعیت فیزیولوژیکی افراد (به ویژه افراد سالمند) را رصد کرد. در این صورت می‌توان داده‌هایی را در طول زمان از این افراد به‌دست آورد و به تحلیل آنها پرداخت.

یخچال‌های پزشکی (کنترل دمای درونی محافظت‌کننده‌ها): برخی قطعه‌های ارگانیک باید در محفظه‌هایی با شرایط دمایی خاص نگهداری شوند. اینترنت اشیا می‌تواند به‌خوبی این وظیفه را بر عهده گیرد و تعامل اشیا را ایجاد کند.

مراقبت از ورزشکاران: این کاربرد در خصوص اندازه‌گیری وزن، خواب، تمرین، وزن، فشار خون و دیگر پارامترهای مهم برای ورزشکاران حرفه‌ای به کار می‌رود.

نظارت بر بیماران: برای نظارت درون‌بیمارستانی، از راه دور (به‌ویژه سالمند) یا مراقبت در منزل بیماران به کار می‌رود.



شکل ۲: درصد استفاده از تکنولوژی‌ها در اینترنت اشیا

مدیریت بیماری‌های مزمن: مراقبت از بیماران با بیماری‌های مزمن، بدون نیاز به حضور در محل. این فناوری حضور افراد به بیمارستان‌ها را کاهش می‌دهد و نتیجهٔ آن هزینه‌ی کمتر، کاهش زمان اقامت در بیمارستان و کاهش رفت و آمدها (حتی کاهش مصرف سوخت) را به دنبال دارد.

اشعه‌ی ماورای بنفش: اندازه‌گیری اشعه‌ی ماورای بنفش و مطلع‌ساختن افراد از اینکه به مناطقی خاص وارد نشوند یا در ساعاتی خاص از قرارگرفتن در معرض اشعه‌ی ماورای بنفش خودداری کنند.

کنترل آلودگی(کنترل بهداشت دست): با اتصال ادواتی مانند برچسب‌های شناسایی فرکانس رادیویی (RFID) طراحی شده برای اندازه‌گیری آلودگی‌ها، می‌توان آلودگی محیطی یا دست و بدن را شناسایی کرد.

کنترل خواب: وسایلی که با اتصال به فرد، علائمی مانند ضربان قلب، فشار خون و ... را طی زمان خواب شناسایی می‌کنند و می‌توان این داده‌ها را پس از گردآوری تحلیل کرد.

سلامت دندان: مسواک‌های مجهز به بلوتوث که با کمک اپلیکیشن‌های تلفن‌های هوشمند اطلاعات مسواک‌زدن افراد را ثبت می‌کنند و براساس آن می‌توان عادات مسواک‌زدن فرد را به‌عنوان اطلاعات شخصی بررسی کرد یا آمارها را با دندانپزشک به اشتراک گذاشت.

۳- کارهای مرتبط

دستگاه‌های اینترنت اشیا می‌تواند برای فعال کردن نظارت از راه دور بر سلامت و اخطارهای اضطراری استفاده شود. دستگاه نظارت بر سلامت از فشارخون و نظارت بر ضربان قلب تا دستگاه‌های پیشرفته قادر به نظارت بر تجهیزات تخصصی، مانند ضربان‌ساز فیت‌بیت مچ‌بندهای الکترونیکی یا سمعک پیشرفته را شامل می‌شود. بعضی از بیمارستان‌ها شروع به اجرای «تخت هوشمند» کرده‌اند که می‌تواند تشخیص دهد که تحت چه زمانی اشغال است یا زمانی که بیمار می‌خواهد بلند شود را متوجه می‌شود. همچنین می‌تواند فشار مناسب را تنظیم کند و بدون تعامل پرستاران، به بیمار رسیدگی شود. سنسورهای تخصصی همچنین می‌تواند فضاهای زندگی را برای نظارت بر سلامت و رفاه عمومی شهروندان، مجهز کند. در حالی که همچنین از اجرای درمان مناسب و کمک به مردم برای دوباره بدست آوردن پویایی به‌وسیله معالجه اطمینان حاصل کنند. همچنین دستگاه‌هایی مانند wearable heart monitor به وسیله IoT امکان‌پذیر است.

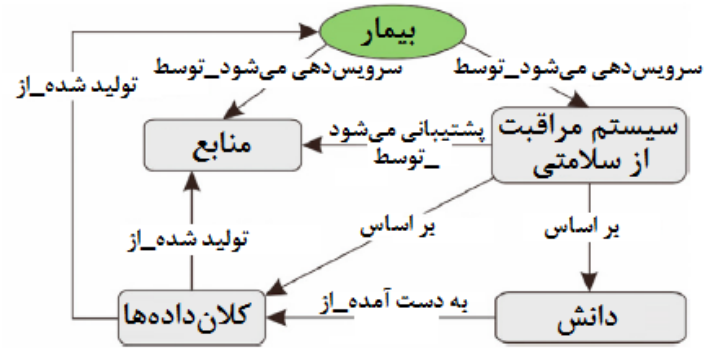
محصولات مراقبت بهداشتی هوشمند محدوده افق‌های خود را گسترش داده‌اند، Frost و Sullivan پیش‌بینی کرده‌اند که تا سال ۲۰۲۵، این بازار به ارزش ۳۴۸,۵ میلیارد دلار برسد. برای رسیدگی به مسائل جدید مقدار زیادی تحقیقات در حال انجام است، کارآفرینان و صنایع به خوبی در حال رقابت همراه با خلاقیت قابل توجه با یکدیگر هستند. سرنگ‌های هوشمند، قرص‌ها و کابین‌های RFID به همه در حوزه مراقبت بهداشتی هوشمند سود می‌رسانند. RFID به طور گسترده‌ای برای مراقبت از عفونت، رادیولوژی و کنترل عفونت‌هایی مانند سل مورداستفاده قرار می‌گیرد [۱۰]. پرونده‌های بهداشتی الکترونیکی مهم‌ترین محصولات مراقبت بهداشتی هوشمند هستند که چشم‌انداز جدیدی برای رسیدگی به مسائل کلان داده ارائه داده‌اند.

در جریان انقلاب سلامت دیجیتال، اینتل با زمینه های پایه‌ای خود در صنعت، رهبری راه را بدست آورد [۱۱]. این شرکت به طور مداوم با تکنولوژی‌های نوآورانه خود برای تجزیه و تحلیل داده‌ها، تکنولوژی کمک و بهبود محیط خانه‌ها برای سالمندان همراه بود. واتسون آی بی ام (IBM's Watson)، سیستم کامپیوتری هوشندی ایجاد کرده که می‌تواند محتوای پرونده بیمار و اطلاعات مربوط به پزشکی او را برای ارائه مدل مراقبت‌های بهداشتی بهتر مورد مطالعه قرار دهد.

آی بی ام (IBM) با اپل (Apple)، Johnson و Medtronic برای ادامه تحقیقات بهداشتی دیجیتال خود در مقیاس وسیع همکاری می‌کند. گوگل بخشی به نام علوم زندگی به مجموعه خود اضافه کرده و به توسعه و تحقیق در زمینه فن‌آوری‌های جدید در سلامت دیجیتال می‌پردازد. Qualcomm Life در ذخیره‌سازی داده‌های دستگاه‌های پزشکی کمک می‌کند و آن را به یک شریک پایگاه داده نزدیک تبدیل کرده که از طریق یک دستگاه پزشکی بی‌سیم ارائه می‌دهد و اطلاعات را تأمین می‌کند. بستری توسط Qualcomm ارائه شده که طیف وسیعی از قابلیت‌های همکاری و امنیت سیستم را فراهم می‌کند. سکوی Microsoft's connected health در ارائه خدمات بهداشت دیجیتال از طریق چارچوب‌های رومیزی (Desktop) کمک می‌کند. Microsoft Lync توسط پزشک برای ارائه خدمات پزشکی به بیماران در مناطق روستایی مورد استفاده قرار می‌گیرد. سامسونگ از طریق بخش نوآوری سلامت دیجیتال خود سرمایه‌گذاری ۵۰ میلیون دلاری در سلامت دیجیتالی انجام داده که همکاری سنسورهای هوشمند، الگوریتم‌ها و پردازش داده‌ها با استفاده از سیستم عامل‌های سخت‌افزاری و نرم‌افزاری متن باز (Open Source) صورت می‌گیرد. اپل دارای یک چارچوب منبع‌باز به نام ResearchKit است که به پژوهشگران کمک می‌کند تا برنامه‌هایی را توسعه دهند که می‌توانند تحقیقات پزشکی را تسهیل کند. از یک دیدگاه خرده فروشی، آمازون یک سکوی مراقبت بهداشتی یکپارچه ارائه می‌دهد که در آن کاربران می‌توانند به اطلاعات، آخرین محصولات، بیمه درمانی و خدمات درمانی دسترسی داشته‌باشند. قابلیت حمل، به خصوص در خصوص ساعت‌های هوشمند یا مچبندها، انقلابی در بازار ایجاد کرده‌اند. محصولاتی که مورد توجه قرار گرفته‌اند شامل Fitbit، Moov، Proteus، Pebble Time، Myings AliveCor Health Monitor و Beddit می‌شود. در میان محصولات مراقبت‌های بهداشتی، ساعتهای هوشمند از اهمیت زیادی برخوردار هستند، چون در حال تبدیل شدن به محصولی در همه جا حاضر است. نرخ پیش‌بینی شده سالانه پیش‌بینی می‌کند تا سال ۲۰۲۱، رشد ۱۸ درصدی داشته به ۷۰ میلیون واحد می‌رسد. انتظار می‌رود اپل سهم بیشتری در بازار داشته باشد، ولی دستگاه‌های آندرویدی هم به طور مداوم در حال ظهور هستند. IWatch اپل بسته‌ای ارائه می‌دهد که شامل GPS و سنسور ضربان قلب با یک پردازنده دو هسته‌ای سریع می‌باشد.

تارسو [۱۲] مطالعاتی را در مورد چگونگی ادغام چند عامل، RFID و سکوی اینترنت اشیا برای ارائه خدمات درمانی کارآمد با کاهش خطاهای پزشکی انجام داد. آنها درباره برخی از سیستم‌ها، پروژه‌هایی که قبلاً با موفقیت به کار گرفته شده‌اند (مانند SAPHIRE، K4CARE، CMDS، BRIDGE) بحث می‌کنند و به طور کلی در مورد IoT در مراقبت‌های بهداشتی بحث می‌کنند. به نظر می‌رسد برخی از جزئیات مهم در مطالعه آنها وجود ندارد مانند اینکه آنها نحوه سنجش داده‌ها، نوع حسگر مورد استفاده، پروتکل ارسال اطلاعات و غیره را نشان ندادند. جینگران و همکارانش [۱۳] سیستمی مبتنی بر IoT به نام سیستم اطلاعات کنترل از راه دور را ارائه می‌دهند. این سیستم می‌تواند با کمک سنسورهای نظارت بر انسان و فناوری WSN اطلاعات را بصورت هوشمند جمع‌آوری و پردازش کند و می‌تواند اطلاعات فیزیکی کاربر مانند دما، حمله قلبی، اکسیژن، فشار خون و غیره را کنترل کند. این سیستم همچنین اطلاعات حرکتی مانند اعمال جسمی، سرعت، میزان تنفس را کنترل می‌کند. تنها محدودیتی که در این تحقیق وجود دارد این است که آنها ایمن بودن سیستم را به طور پیش فرض، فرض کرده‌اند.

بوری-لوبکه [۱۴] در مورد کاربردهای مختلف IoT در نظام بهداشت و درمان الکترونیکی بحث می‌کنند. به ویژه اینکه، محققان در مطالعات خواب و مراقبت از سالمندان بر روی برنامه‌های نظارت از راه دور تمرکز دارند. آنها مفهوم نظارت از راه دور خواب و نظارت بر سالمندان را در زمینه اینترنت اشیا توضیح می‌دهند. همچنین درباره حریم خصوصی و مسائل امنیتی مربوط به داده‌های پزشکی الکترونیک بحث می‌کنند. آتزوری و همکارانش [۱۵] یک نظرسنجی را بر روی IoT انجام دادند و فن‌آوری های مختلف و استانداردهای صنعتی را که قبلاً استفاده شده‌اند نشان دادند. پژوهشگران دیدگاه‌های مختلف الگوی اینترنت اشیا، کاربردهای IoT را در پزشکی مانند شناسایی و احراز هویت، ردیابی گردش یا حالت بیمار، جمع‌آوری اطلاعات بیماران و سنجش جهت تشخیص شرایط ثبت اختراع معرفی و مقایسه کردند. سبستین و همکارانش [۱۶] یک برنامه کاربردی به نام CardioNet را اجرا و



شکل ۳: ارتباط معنایی مفاهیم کلیدی در سیستم مراقبت از سلامتی مبتنی بر اینترنت اشیا [۱۹].

آزمایش می‌کنند، که یک سیستم پزشکی توزیعی است که نهادهای مختلف پزشکی مانند بیمارستان‌ها، واحدهای اورژانس، هیئت‌های پزشکان عمومی، آزمایشگاه‌ها، پرسنل و بیماران را به‌هم پیوند می‌دهد. سیستم پیاده‌سازی شده با استفاده از انتولوژی مبتنی بر وب است و می‌تواند خدمات مختلفی مانند نظارت از راه دور، مشاوره آنلاین و اجرای فعالیت‌های بیمارستانی را ارائه دهد.

مین و همکارانش [۱۷] سیستم بهداشت و درمان الکترونیکی مبتنی بر G-RFID را همراه با سرویس پاسخ اضطراری ارائه می‌دهند. سیستم پیشنهادی متشکل از برچسب‌های RFID، BAN بی‌سیم، تلفن همراه و دروازه ارتباطی، پایگاه داده بهداشت و درمان، خدمات آزمایشی (خدمات خودکار، خدمات پاسخ فوری پزشکی) می‌باشد. آنها همچنین معماری سیستم G-RFID را با جزئیات، از جمله نحوه کارکرد آن و قسمتهای مختلف سیستم توضیح دادند.

یانگ و همکارانش [۱۸] یک پلتفرم هوشمند مبتنی بر خانه را برای IoT به نام iHome Health-IoT پیشنهاد و اجرا کردند. سیستم پیشنهادی شامل ۳ جزئی می‌باشد: ۱) جعبه پزشکی هوشمند (MedBox) که مبتنی بر پلتفرم باز است. ۲) بسته‌بندی دارویی هوشمند iMedPack و ۳) دستگاه‌های حسگر زیست پزشکی Bio-Patch.

۴- نتیجه‌گیری

استراتژی‌ها و روش‌های موثر نقش مهمی در سیستم‌های مراقبت از سلامتی مبتنی بر اینترنت اشیاء دارند تا توانایی‌ها و میزان اثربخشی این سیستم‌ها را بهبود دهند. مسائل اصلی شامل توانایی پاسخ سریع و پیشگیری از خطر هستند که ارتباط نزدیکی با کیفیت سیستم پزشکی و توانبخشی دارند. قابلیت پیشگیری از خطر نقش محوری دارد، زیرا حتی یک اشتباه کوچک نیز ممکن است پیامدهای به شدت خطرناکی برای سلامتی شخص داشته باشد. توانایی پاسخ سریع به قابلیت برخورد با وضعیت‌های اضطراری پزشکی اشاره دارد. علاوه بر این، به عنوان یک سیستم خبره، سیستم مراقبت از سلامتی با کلان‌داده‌ها (Big Data) روبرو است و نیازمند روش‌های خوش ساختار، سیستماتیک و مدیریت هو شمند دانش دارد. بنابراین، مسائل کلیدی استراتژی شامل مدیریت منابع، مدیریت دانش، مدیریت کلان داده‌ها، و روشی برای طراحی و ایجاد سیستم‌های پزشکی از راه دور و توانبخشی از راه دور می‌باشند. ارتباط معنایی این مفاهیم در شکل ۳ نشان داده شده است. سیستم توانبخشی باید با منابع پزشکی پشتیبانی شود. در حین توانبخشی و رسیدگی به بیماران، مقدار زیادی از داده‌های خام باید مورد تحلیل قرار گیرند. دانش حاصل از این تحلیل، یعنی دانش پزشکی به طور مداوم افزایش یافته و بر روی هم جمع می شوند. کلان داده‌ها و دانش تحلیلی به عنوان پایه‌ای برای ترمیم درمانی و سیستم عملیاتی عمل می‌کنند [۱۹].

در این مقاله با توجه به پتانسیل عظیم اینترنت اشیا در حوزه پزشکی، ما یک نمای کلی مربوط به اینترنت اشیا در حوزه سلامت ارائه دادیم. در چشم‌انداز اینترنت اشیا، دستگاه‌های معمولی هوشمند و خودمختار می‌شوند. این چشم‌انداز به لطف پیشرفت فناوری در حال تبدیل شدن به واقعیت است، اما هنوز هم چالش‌هایی برای حل وجود دارد که انتظار می‌رود در سال‌های آینده به روند اصلی تحقیق تبدیل شود.

مراجع

[1] " The "Only" Coke Machine on the Internet". Carnegie Mellon University. Retrieved 10 November 2014.
[2] "Internet of Things Done Wrong Stifles Innovation". InformationWeek. 7 July 2014. Retrieved 10 November 2014.
[3] G. Kortuem, F. Kawsar, D. Fitton, and V. Sundramoorthy, "Smart objects as building blocks for the Internet of things," Internet Computing, IEEE, vol. 14, pp. 44-51, 2010.
[4] Ray, P. P. (2018). A survey on Internet of Things architectures. Journal of King Saud University-Computer and Information Sciences, 30(3), 291-319.
[5] R. Journal. (2013). Veterans Affairs to Install RFID in Hospitals across America.
[6] Pang, Zhibo. "Technologies and Architectures of the Internet-of-Things for Health and Well being (2013)".
[7] H. Fang, X. Dan, and S. Shaowu, "On the Application of the Internet of Things in the Field of Medical and Health Care," in Green Computing and Communications (GreenCom), 2013 IEEE and Internet of Things (iThings/CPSCom), IEEE International Conference on and IEEE Cyber, Physical and Social 2013
[8] Internet of Things (IoT): Number of Connected Devices Worldwide From 2012 to 2020 (in billions). [Online]. Available: https://www.statista.com/statistics/471264/iot-numberof-connected- devices-worldwide/ [Institute of Health Metrics and Evaluat.
[9] Sensor Mania; The Internet of Things, Wearable Computing,Objective Metrics,and the Quantified Self 2012.
[10] S. Amendola, R. Lodato, S. Manzari, C. Occhiuzzi, and G. Marrocco, “RFID technology for IoT-based personal healthcare in smart spaces,” IEEE Internet Things J., vol. 1, no. 2, pp. 144–152, Apr. 2014.
[11] Medix. (2016, Nov. 15). Top 9 companies leading the digital health in 2016. WT VOX. [Online]. Available: https://wtvox.com/digital-health/ top-10-companies-leading-the-digital-health/
[12] C. E. Turcu and C. O. Turcu, "Internet of Things as Key Enabler for Sustainable Healthcare Delivery," Procedia - Social and Behavioral Sciences, vol. 73, pp. 251-256, 2/27/ 2013.
[13] L. Jingran, C. Yulu, T. Kai, and L. Junwen, "Remote monitoring information system and its applications based on the Internet of Things," in BioMedical Information Engineering, 2009.
[14] O. Boric-Lubecke, G. Xiaomeng, E. Yavari, M. Baboli, A. Singh, and V. M. Lubecke, "E-healthcare: Remote monitoring, privacy, and security," in Microwave Symposium (IMS), 2014 IEEE MTT-S International, 2014, pp. 1-3.
[15] L. Atzori, A. Iera, and G. Morabito, "The Internet of Things: A survey," Computer Networks, vol. 54, pp. 2787-2805, 2010.
[16] G. Sebestyen, A. Hangan, S. Oniga, and Z. Gal, "eHealth solutions in the context of Internet of Things," in Automation, Quality and Testing, Robotics, 2014 IEEE International Conference on, 2014, pp. 1-6.
[17] C. Min, S. Gonzalez, V. Leung, Z. Qian, and L. Ming, "A 2G-RFIDbased e-healthcare system," Wireless Communications, IEEE, vol. 17, pp. 37-43, 2010.
[18] G. Yang, L. Xie, M. Mantysalo, X. Zhou, Z. Pang, L. D. Xu, et al., "A Health-IoT Platform Based on the Integration of Intelligent Packaging, Unobtrusive Bio-Sensor, and Intelligent Medicine Box," Industrial Informatics, IEEE Transactions on, vol. 10, 2014.
[19] Y. Yin, "The internet of things in healthcare: An overview", in Journal of Industrial Information Integration, Volume 1, 2016.