

کاربرد اینترنت اشیا در کووید ۱۹

زهرا نخعی راد

دانشجوی دکتری مدیریت فناوری اطلاعات- کسب و کار هوشمند، دانشکده مدیریت و اقتصاد، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات.

نام نویسنده مسئول:

زهرا نخعی راد

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۱/۴

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۳/۳

چکیده

در سال‌های اخیر اینترنت اشیا زمینه تحقیقاتی را به عنوان یک موضوع جدید در طیف گسترده‌ای از رشته‌های دانشگاهی و صنعتی به خصوص در مراقبت‌های بهداشتی به دست آورده‌است. انقلاب **IoT** با ترکیب جنبه‌های تکنولوژیکی، اقتصادی و اجتماعی، سیستم‌های بهداشتی مدرن را شکل می‌دهد. این سیستم در حال تحول سیستم‌های مراقبت‌های بهداشتی به سیستم‌های مراقبت‌های بهداشتی شخصی است که از طریق آن‌ها بیماران را می‌توان تشخیص داد، درمان کرد، و به راحتی تحت نظارت قرار داد. چالش جهانی همه‌گیری ناشی از سندرم تنفسی شدید، کروناویروس، بزرگ‌ترین بحران سلامت عمومی را از زمان شیوع بیماری همه‌گیر آنفلوآنزا در سال ۱۹۱۸ نشان می‌دهد. از زمان آغاز این بیماری همه‌گیر، تلاش سریعی در جوامع تحقیقاتی مختلف برای بهره‌برداری از انواع گسترده‌ای از فناوری‌ها برای مبارزه با این تهدید جهانی شکل گرفته است و فناوری **IoT** یکی از پیشگامان این حوزه است. در زمینه کووید ۱۹ دستگاه‌ها و برنامه‌های کاربردی متصل اینترنت اشیا برای کاهش انتشار به دیگران از طریق تشخیص زودهنگام، پایش بیماران، و بکاربردن پروتکل‌های تعریف شده پس از بازیابی بیمار، بکار گرفته می‌شوند. این مقاله به بررسی نقش، فناوری‌ها و کاربردهای اینترنت اشیا در کووید ۱۹ می‌پردازد و همچنین فناوری‌های اینترنت اشیا برای دوران قرنطینه کووید ۱۹، موضوعات قابل بحث در زمینه اینترنت اشیا و کووید ۱۹ را نیز بررسی می‌کند.

واژگان کلیدی: اینترنت اشیا، اینترنت اشیا شناختی پزشکی، کووید ۱۹، سیستم‌های سلامت شخصی، سلامت خانگی هوشمند.

مقدمه

واژه "اینترنت اشیا" (IOT¹) اولین بار در یک آرایه توسط کوین اشتون در مورد پیاده سازی سامانه شناسایی امواج رادیویی ۲ در شرکت پروکتر و گامبل برای مدیریت زنجیره تامین ابداع شد [۱]. IOT یک تکنولوژی پیشرفته است که می‌تواند تمام اشیا هوشمند را در یک شبکه بدون هیچ گونه تعاملات انسانی به هم پیوند دهد [۲]. برای سادگی بیشتر، هر شیء که می‌تواند برای نظارت بیشتر یا انتقال داده‌ها به اینترنت متصل شود می‌تواند یک شیء IOT باشد [۳].

در سال‌های اخیر، اینترنت اشیا به یک موضوع تحقیقاتی جدید در طیف گسترده‌ای از رشته‌های دانشگاهی و صنعتی به خصوص در مراقبت‌های بهداشتی تبدیل شده است. انقلاب IOT در حال شکل‌دهی مجدد سیستم‌های مراقبت بهداشتی مدرن، ترکیب جنبه‌های فناوری، اقتصادی و اجتماعی است. این سیستم در حال تحول سیستم‌های مراقبت بهداشتی به سیستم‌های مراقبت‌های بهداشتی شخصی است که از طریق آن‌ها بیماران را می‌توان تشخیص داد، درمان، و به راحتی نظارت کرد. اینترنت اشیا به طور فزاینده‌ای در حال تبدیل شدن به یک فناوری حیاتی در سیستم‌های مراقبت‌های بهداشتی است که می‌تواند هزینه‌های کم‌تر، کیفیت بهتر، خدمات و تجارب پیشرفته کاربر را ارائه دهد [۴-۷]. در نتیجه قابلیت‌های گسترده آن شامل ردیابی، شناسایی و تایید اعتبار و جمع‌آوری داده‌ها، انتظار می‌رود که رشد نمایی در مراقبت‌های بهداشتی تا سال ۲۰۲۰ به مبلغ ۷۲ میلیارد دلار و به ۱۸۸ میلیارد دلار در سال ۲۰۲۵ افزایش یابد [۲، ۸].

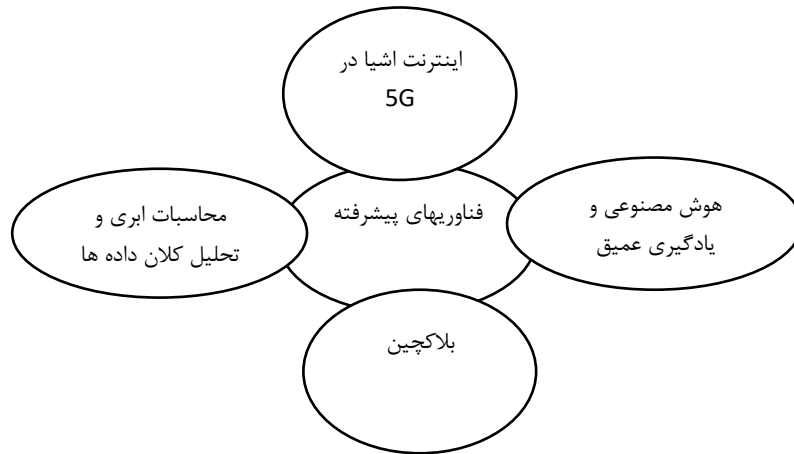
چالش جهانی اپیدمی ناشی از سندرم تنفسی شدید، کروناویروس، بزرگ‌ترین بحران سلامت عمومی از زمان شیوع بیماری همه‌گیر آنفلوآنزا در سال ۱۹۱۸ است [۹]. براساس آخرین گزارش سازمان بهداشت جهانی (WHO)، تا سپتامبر ۲۰۲۰، تعداد موارد تایید شده ۳۱ میلیون نفر و تعداد تلفات نزدیک ۹۶۰۰۰۰ نفر برآورد شد [۱۰]. این بیماری علائم مشابه به آنفلوآنزا مانند تب، سرفه و خستگی دارد که برای تشخیص زودهنگام آن‌ها ضروری است [۱۱]. دوره نهفتگی ۴ در ویروس کووید ۱ تا ۱۴ روز طول می‌کشد. با کمال تعجب، یک بیمار بدون هیچ نشانه‌ای می‌تواند ناقل ویروس کووید به دیگران باشد. این زمانی است که نیاز است این افراد قرنطینه شوند [۱۲]. علاوه بر این، دوره بهبود این بیماری با توجه به سن بیمار، شرایط موجود و غیره متغیر است، اما به طور کلی می‌تواند بین ۶ تا ۴۱ روز طول بکشد [۱۳]. این بیماری پتانسیل بالایی دارد که به راحتی در مقایسه با بیماری‌های مشابه در خانواده کروناویروس می‌تواند گسترش یابد، برای همین تلاش‌های مداوم و تحقیقات زیادی برای کاهش انتشار این ویروس صورت گرفته است تحقیقات نشان داده است که فناوری اینترنت اشیا یک روش ایمن و موثر برای مقابله با بیماری همه‌گیر کووید ۱۹ است. [۱۴ - ۱۶]. به عبارت دیگر با همه گیر شدن بیماری کووید-۱۹ در سطح جهان، دانشمندان، متخصصین، پزشکان و سایر پژوهشگران در تلاش هستند تا با کمک فناوری‌های نوین به مبارزه با این بیماری بپردازند. شکل ۱ فناوری‌های پیشرفته برای مقابله با بیماری کووید ۱۹ را نشان می‌دهد [۲۸].

¹ Internet Of Things

² Radio Frequency Identification – RFID

³ World Health Organization (WHO)

^۴ دوره کمون یا نهفتگی (Incubation) در یک بیماری، به دوره و مدت‌زمان ورود عامل بیماری‌زا (اعم از باکتری، ویروس و غیره) به بدن تا ظهور نشانه بیماری (symptoms) و علائم بیماری (signs) گفته می‌شود.



شکل ۱ فناوری‌های پیشرفته برای مقابله با بیماری کووید ۱۹ [۲۸]

در عصر دیجیتال فناوری‌های پیشرفته، پیشرفت‌های اخیر در IoT در شبکه مخابرات 5G، هوش مصنوعی و تکنیک‌های یادگیری عمیق، محاسبات ابری، و فناوری بلاک چین^۵ می‌تواند راه‌حل‌های بلند مدت برای مقابله با بیماری همه‌گیر کووید ۱۹ فراهم کنند [۴۳ - ۴۷]. این تکنولوژی‌ها می‌توانند به بهبود تشخیص و درمان و حتی به جلوگیری از شیوع این بیماری کمک کنند. این فناوری‌های مرتبط با یکدیگر می‌توانند در جمع‌آوری داده‌های بلادرنگ از افراد در مکان‌های دوردست با استفاده از تجزیه و تحلیل داده‌ها، پردازش، پیش‌بینی و تصمیم‌گیری با استفاده از محاسبات ابری کمک کنند و این امر با استفاده از فناوری بلاک چین برای شبکه‌های داده ایمن افزایش می‌یابد.

هدف ما در این مطالعه تعیین نقش فناوری‌های مبتنی بر اینترنت اشیا در ردیابی، کنترل و مرور پلتفرم‌ها، برنامه‌های کاربردی، در سه مرحله اصلی، از جمله تشخیص زودهنگام، زمان قرنطینه و بعد از بازیابی است. شناسایی و تشخیص زودتر می‌تواند منجر به عفونت کم‌تر شود و در نتیجه، خدمات بهداشتی بهتری برای بیماران مبتلا وجود دارد [۱۷]. قرنطینه کردن موارد تأیید شده و مشکوک و منع یا کنترل آمد و شد، دستور منع برقراری ارتباط با فضای خارج و جدا کردن افراد آلوده از دیگران، می‌تواند تعداد عفونت‌های کووید ۱۹ را کاهش دهد. ردیابی بیمار کووید ۱۹ پس از بهبودی می‌تواند شامل نظارت بر علائم بازگشتی و عفونت بالقوه باشد [۱۸].

ادامه این مقاله به شرح زیر سازماندهی شده است. بخش اول اهمیت اینترنت اشیا را در دوره بیماری کووید ۱۹ و فناوری‌ها و کاربردهای اینترنت اشیا را برای کووید ۱۹ پوشش می‌دهد. در ادامه کاربردهای IoT در دوران قرنطینه کووید ۱۹ در قالب سلامت خانگی هوشمند، سیستم‌های سلامت شخصی و اینترنت اشیا شناختی پزشکی بررسی می‌شود. سپس درباره موضوعات مختلف و کارهای آینده بحث کرده و در بخش آخر نتیجه‌گیری می‌کنیم.

اهمیت نقش اینترنت اشیا در کووید ۱۹

از اوایل سال ۲۰۲۰، جهان در تلاش برای کنترل شیوع بی‌سابقه کرونا ویروس و تولید یک واکسن، با بیماری همه‌گیر ناشی از سندرم تنفسی شدید جدید دست و پنجه نرم می‌کند [۱۹]. از آنجا که اغلب تلاش‌ها برای یافتن درمان یا کنترل انتشار این بیماری تاکنون نتایج قابل قبولی را نشان نداده‌اند، تقاضای بالایی برای نظارت جهانی بر بیماران دارای علائم و بدون علائم وجود دارد.

در سال‌های اخیر، فناوری IoT توجه زیادی را در حوزه بهداشت و درمان به خود جلب کرده است و نقش مهمی در فازهای مختلف بیماری‌های عفونی مختلف بازی می‌کند [۲۰]. از آنجا که در بیماری همه‌گیر کنونی، احتمال ابتلا به کووید ۱۹ زیاد است، نیاز اساسی بیماران این است که به طور فعالانه در فازهای مختلف کووید ۱۹ با پزشکان خود در ارتباط باشند. در این

⁵. blockchain

پژوهش به بررسی نقش فناوری IoT در پاسخ به بیماری کووید ۱۹ در سه فاز اصلی تشخیص زودهنگام، زمان قرنطینه و بعد از بازیابی می‌پردازیم.

در فاز اول که تشخیص زودهنگام است [۲۱]، یک نیاز اساسی تشخیص سریع‌تر است زیرا به علت نرخ مسری بودن بالا حتی یک بیمار بدون علامت نیز می‌تواند به راحتی ویروس را به دیگران سرایت دهد. هر چه بیمار سریعتر تشخیص داده شود، گسترش ویروس بهتر کنترل می‌شود و بیمار می‌تواند درمان مناسب‌تری دریافت کند. در حقیقت، دستگاه‌های IoT می‌توانند با دریافت و بررسی اطلاعات از بیماران فرآیند تشخیص را تسریع کنند. این کار را می‌توان با ثبت دماهای بدن با استفاده از دستگاه‌های مختلف، برداشت نمونه‌ها از موارد مشکوک، و غیره انجام داد.

فاز دوم، زمان قرنطینه نام دارد [۲۲]، یک دوره مهم از این بیماری بعد از تشخیص کووید ۱۹ است، و بیمار باید برای دوره درمان جدا شود. دستگاه‌های IoT در این مرحله می‌توانند [۲۳] با توجه به درمان‌های بیماران و دستورات ماندن آنها در منزل از راه دور بر بیماران نظارت داشته باشند. آنها همچنین می‌توانند محیط را بدون تعاملات انسانی تمیز کنند. مثال‌هایی از این نوع، پیاده‌سازی باندهای پوشیدنی ردیاب، دستگاه‌های ضد عفونی کننده و غیره هستند.

با توجه به مراکز کنترل و پیش‌گیری بیماری‌ها (CDC) اغلب افراد مبتلا به علائم خفیف می‌توانند با ماندن در خانه بدون درمان نیز بهبود پیدا کنند، اما هیچ تضمینی وجود ندارد که این افراد پس از بهبودی کامل مجدد مبتلا نشوند [۲۴]. عفونت مجدد ممکن است با علائم مختلفی از کووید ۱۹ رخ دهد [۲۵]. با توجه به این تغییرات در مرحله بعد از بهبود، احتمال برگشت نشانه‌ها و عفونت مجدد می‌تواند بالا باشد [۱۸]. برای جلوگیری از وقوع چنین اتفاقی، فاصله اجتماعی باید با استقرار دستگاه‌های IoT، از جمله باندها و دستگاه‌های مانیتورینگ، برای ردیابی افراد جهت اطمینان از حفظ فاصله مناسب اجرا شوند. به طور خلاصه، فناوری IoT در طی بیماری همه‌گیر کووید سودمند بودن خود را در کمک به بیماران، ارائه دهندگان خدمات بهداشتی و مسئولان اثبات کرده‌است. در ادامه به طور خلاصه ابزارهای مختلف و برنامه‌های کاربردی IoT از جمله پوشیدنی‌ها^۷، هواپیماهای بدون سرنشین، ربات‌ها، دکمه‌های IoT^۸ و برنامه‌های کاربردی گوشی‌های هوشمند را توضیح می‌دهیم که عمدتاً در خط مقدم مبارزه با کووید ۱۹ مورد استفاده قرار می‌گیرند. جدول ۱ مشخصات این فناوری‌ها را در خصوص این بیماری همه‌گیر نشان می‌دهد.

جدول ۱ فناوری های IoT برای کووید ۱۹ [۲۶]

فناوری	توضیحات	مزایا	معایب
پوشیدنی ها	یک فناوری فعال برای دریافت داده های پردازش شده از طریق حسگر های متصل به بدن	نظارت مداوم بهبود کیفیت درمان بیمار بیمارستان های ایمن و کاهش مراجعات حضوری به بیمارستان ها	امنیت و حریم خصوصی داده ها عمر کوتاه باتری
هواپیماهای بدون سرنشین	یک هواپیمای مجهز به حسگر و دوربین و سامانه موقعیت یاب جهانی با کمترین نرخ دخالت انسانی و یا بدون هیچ تعامل انسانی که مورد استفاده قرار میگیرد	انجام وظایف شامل جستجو، نظارت و تحویل دسترسی به مکان های غیر قابل دسترس پایین آوردن تعاملات مانند : نگهداری	چالش های امنیتی مرتبط با کلان داده های بدون ساختار کیفیت خدمات ارتباطات ضعیف
روبات ها	یک ماشین قابل برنامه ریزی که میتواند کارهای پیچیده را	کاهش تعاملات با تشخیص از راه دور تعمیر و نگهداری مانند : تمیز کردن و	ملاحظات مربوط به حریم خصوصی

⁶ Centers for Disease Control(CDC)

⁷ wearables

⁸ buttons IoT

فناوری	توضیحات	مزایا	معایب
	مانند یک موجود زنده انجام دهد و اوضاع را به خوبی اداره کند	ضد عفونی کردن کاهش مشکلات سلامت روانی	
برنامه های گوشی های هوشمند	یک نرم افزار کاربردی که برای انجام وظایف محدود در یک دستگاه تلفن همراه طراحی شده است	نظارت و پیگیری مقرون به صرفه بودن	حفظ امنیت و حریم خصوصی داده ها

در جدول ۲ کاربردها و مفاهیم اصلی قابل توجه در اینترنت اشیا برای بیماری کووید ۱۹ بررسی شده است [۲۷].

جدول ۲ کاربردهای اصلی IOT برای کووید ۱۹ [۲۷]

کاربردها	توصیف
بیمارستان متصل به اینترنت	پیاده سازی اینترنت اشیا برای حمایت از بیماری های همه گیر مانند کووید ۱۹ به یک شبکه یکپارچه کامل در داخل بیمارستان نیاز دارد
اطلاع دادن به پرسنل پزشکی مربوطه هنگام بروز وضعیت اضطراری	این شبکه یکپارچه به بیماران و کارمندان اجازه می دهد تا هر زمان که به آن ها نیاز است سریع تر و موثر واکنش نشان دهند.
درمان شفاف کووید ۱۹	این بیماران می توانند از مزایای ارائه شده بدون هرگونه جانبداری و طرفداری استفاده کنند.
فرآیند درمان خودکار	انتخاب روش های درمانی متمرکز بوده و به رسیدگی مناسب موارد کمک می کند
مشاوره پزشکی از راه دور	باعث می شود درمان نیازمندان در مکان های دور از طریق استفاده از تله سرویس های متصل به خوبی انجام شود
شبکه بهداشت و درمان بی سیم برای شناسایی بیماران کووید ۱۹	برنامه های معتبر مختلفی را می توان در تلفن های هوشمند نصب کرد، که می توانند روش شناسایی را ملایم تر و متمرکز کنند
ردیابی هوشمند بیماران مبتلا	ردیابی تاثیرگذار بیماران در نهایت، ارائه دهندگان خدمات را برای رسیدگی به موارد با زیرکی بیشتر تقویت می کند.
اطلاعات در زمان واقعی در هنگام شیوع این عفونت	از آنجا که دستگاه ها، مکان ها، کانال ها و غیره کاملاً مطلع و متصل هستند، اشتراک اطلاعات به صورت آنلاین می تواند انجام شود و پرونده ها را می توان به دقت کنترل کرد.
غربالگری سریع کووید ۱۹	تشخیص مناسب از طریق دستگاه های هوشمند متصل انجام خواهد شد. این امر در نهایت باعث می شود فرآیند غربالگری کلی بهتر شود
شناسایی راه حل خلاقانه	بالاترین هدف، کیفیت کلی نظارت است. با ایجاد نوآوری موفق در سطح پایه می توان به آن دست یافت.
تمام ابزارها و وسایل پزشکی را از طریق اینترنت به هم متصل کنید	در طول درمان کووید ۱۹، اینترنت اشیا همه ابزارها و دستگاه های پزشکی را از طریق اینترنت متصل می کند که اطلاعات را در زمان درمان به صورت بلادرنگ انتقال می دهد
پیش بینی دقیق ویروس	براساس گزارش داده موجود، استفاده از برخی از روش های آماری می تواند به

کاربردها	توصیف
	پیش‌بینی وضعیت در زمان آینده کمک کند. این برنامه همچنین به دولت، پزشکان، دانشگاهیان و غیره برای برنامه‌ریزی برای یک محیط کار بهتر کمک خواهد کرد.

کاربرد IOT در دوران قرنطینه کووید ۱۹

سلامت خانگی هوشمند^۹ (HSH)

ارائه خدمات از طریق ابزارهای کمکی، یک سبک زندگی راحت و مناسب را ممکن می‌سازد. نقش اصلی هر سیستم اتوماسیون خانگی هوشمند، کمک به کاربران در کنترل از راه دور و کنترل وسایل است. با توجه به این موضوع، هدف ایجاد سیستمی است که نه تنها خانه را کنترل و نظارت کند بلکه از سبک زندگی سالم کاربران نیز پشتیبانی کند. اتوماسیون خانه هوشمند به عنوان یک حوزه نوظهور از IoT در حوزه‌های مختلف از قبیل زندگی روزمره و کمک به انسان [۳۰]، کنترل از راه دور لوازم خانگی [۳۱، ۳۲]، تشخیص حرکت در خانه [۳۳]، مدیریت انرژی در خانه [۳۴]، امنیت [۳۵]، و ارائه خدمات بهداشتی به بیماران، معلولان و افراد مسن [۳۶، ۳۷، ۳۹] اعمال شده است.

دومین انگیزه و هدف ناشی از همه‌گیری جهانی و فاصله اجتماعی، کاهش تماس فیزیکی و دستوراتی است که دولت جهت ماندن در خانه به منظور کنترل انتشار این ویروس صادر کرده است. به افرادی که با افراد مثبت ارتباط برقرار کرده‌اند اما علائم بیماری را نشان نمی‌دهند نیز توصیه می‌شود که خود را برای چند روز قرنطینه کنند. حتی به بیماران مثبت با علائم ملائمت نیز توصیه می‌شود قرنطینه را رعایت کنند. وقتی که فرد مبتلا علائم بیماری را که در فواصل منظم دیده می‌شود به پزشک ارسال می‌کند قرنطینه و خودایزوله^{۱۰} را می‌توان از منزل اجرایی کرد. برای رسیدن به این هدف، حوزه سیستم مراقبت بهداشتی خانه هوشمند باید گسترش داده شود تا بیماران بتوانند نشانه‌های کووید را به راحتی از خانه‌های خود بازرسی کنند [۲۹].

ممکن است مواردی وجود داشته باشد که در آن کاربر به تغییر موقعیت خود در خانه، افزایش یا کاهش درجه حرارت خانه و سایر عوامل محیطی که بر پارامترهای فیزیولوژیکی ثبت شده اثر می‌گذارد، نیاز داشته باشد. برای پرداختن به عوامل خارجی که بر مقادیر فیزیولوژیکی تاثیر می‌گذارند، ما براساس روش استفاده شده توسط نویسندگان در مرجع [۳۸]، که رویکرد مبتنی بر ابر فضای آنالوگ^{۱۱} زمینه^{۱۲} (HAC) در یک محیط فراگیر است، پیش می‌رویم.

مراقبت بهداشتی در یک خانه هوشمند شامل عناصر مختلفی چون کاربر، محل کاربر، فعالیت‌های او، شرایط محیطی و دیگر پارامترهای مرتبط می‌باشد. برای درک کافی رابطه بین کاربر و فعالیت‌هایش، زمینه مورد نیاز است. به گفته نویسنده در مرجع [۴۰] زمینه هر اطلاعاتی است که می‌تواند برای توصیف وضعیت یک موجودیت مورد استفاده قرار گیرد. ابعاد برای HAC براساس انواع خاصی از زمینه شکل می‌گیرند. به خاطر پیچیدگی محیط فراگیر، ممکن است تعداد ابعاد زیاد باشد [۴۲]. زمینه-های اصلی مورد استفاده برای توصیف وضعیت کاربر عبارتست از مکان، زمان و شرایط محیطی به شرح زیر:

• مکان

برای رسیدن به یک مقدار دقیق از یک پارامتر فیزیولوژیکی خاص مانند فشار خون، موقعیت بیمار در نظر گرفته می‌شود. برای مثال توصیه نمی‌شود که خواندن فشار خون در هنگام ایستادن انجام شود و وضعیت توصیه شده مستقیم نشستن یا خوابیدن راحت است [۴۱]. زیرا وضعیت و موقعیت بر روی مقدار سیستولیک یا دیاستولی تاثیر می‌گذارد. مکان را می‌توان به موقعیت اضافه کرد تا دامنه مقدار را به طور موثر ثبت کرد.

⁹ Health Smart Home(HSH)

¹⁰ self - isolate

¹¹ hyperspace Analogue

¹² Hyperspace Analogue to Context (HAC)

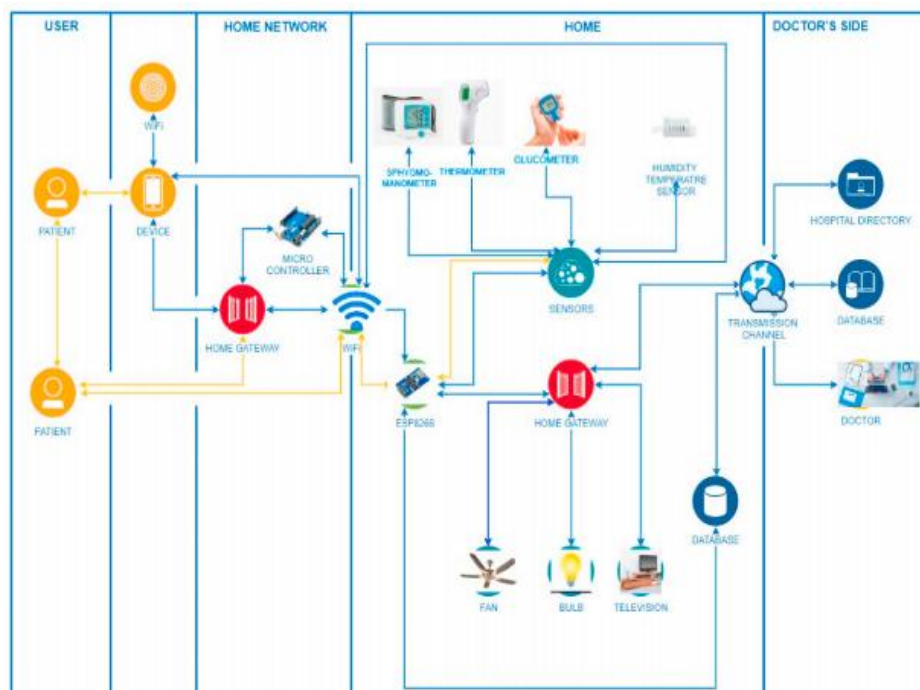
- زمان

زمان بر نتایج و نتیجه‌گیری پزشکان برای تجویز دارو تاثیر می‌گذارد. زمان فعالیت و محیط اطراف آن را توضیح می‌دهد. به عنوان مثال توصیه می‌شود که برخی داروها و نسخه‌های تجویز شده با صبحانه و بقیه در شب گرفته شوند. اگر یک بیمار زمان مناسب گرفتن یک دوز خاص را از دست بدهد، ممکن است برخی شرایط سلامتی را تحت تاثیر قرار دهد که پزشک باید قبل از بررسی وضعیت سلامتی بیمار در نظر بگیرد [۲۹].

- شرایط محیطی

شرایط محیطی داخلی برای مثال رطوبت و دما، شرایط فیزیولوژیکی بیمار را به روش‌های بسیار زیادی تحت تاثیر قرار می‌دهد. یک بیمار ممکن است تب بالایی داشته باشد ولی در طول فصل زمستان دمای بدنش در محدوده نرمال قرار بگیرد. همچنین ممکن است یک بیمار بدون تب بالا به دلیل اینکه در یک محیط داغ قرار گرفته یا در یک اتاق بسته با گرم‌کن در حال کار است، دمای بدنش یک محرک بالا در نظر گرفته شود. بنابراین، شرایط جوی باید برای خلاصه وضعیت بهتر سلامت بیمار در نظر گرفته شود [۲۹].

در مقاله [۲۸]، یک اپلیکیشن سیستم سلامت خانگی هوشمند مبتنی بر تلفن همراه جهت نظارت بر سلامت کارآمد و موثر افراد مسن و معلول به منظور زندگی راحت و مستقل و شخصی ارائه شده است. بخشی از این سیستم پیشنهادی به بیمار اجازه می‌دهد تا در طی دوره یک بیماری همه گیر مانند بیماری کووید ۱۹ جهت کمک به پزشک از راه دور اطلاعات علائم سلامتی ضروری را بارگذاری^{۱۳} یا ضبط^{۱۴} کند. سیستم‌های جدید پشتیبان سلامت پارامترهای خاص سلامت مانند وزن، نبض، فشار خون، سطح گلوکز و دمای بدن را اندازه گیری می‌کنند. این سیستم همچنین برای ارسال یک یادآور به بیماران در مورد استفاده از دارویی خاص با ورودی کاربر طراحی شده است. الگوریتمی براساس ابرفضای آنالوگ زمینه^{۱۵} (HAC) برای یک محیط فراگیر توسعه داده شد تا به خواسته کاربران جهت انتخاب میان دستگاه‌های متعدد موجود در سیستم هوشمند سلامت خانگی بپردازد.



شکل ۲ سیستم سلامت خانگی هوشمند مبتنی بر برنامه تلفن همراه جهت نظارت بر سلامت [۲۸]

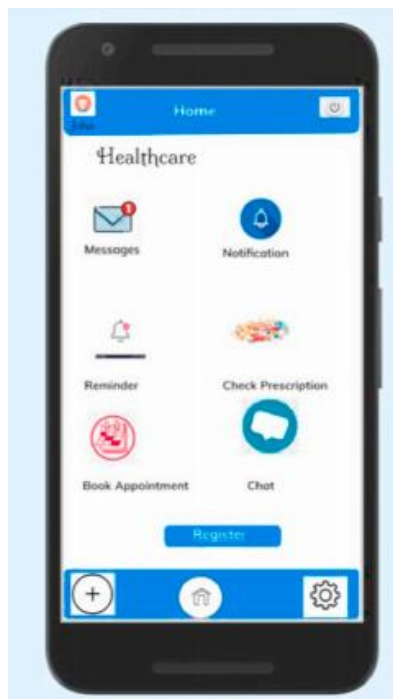
¹³ upload

¹⁴ capture

¹⁵Hyperspace Analogue to Context (HAC)

شکل ۲ معماری طراحی سیستم پیشنهادی را نشان می‌دهد. این معماری شامل وسایل خانگی، گوشی‌های هوشمند، حسگرها، عملگرها، سیستم‌های Wi - Fi و یک تخته آردوینو^{۱۶} می‌باشد که به عنوان میکروکنترلر عمل می‌کند. در این سیستم، حسگرها برای اندازه‌گیری دما یا رطوبت داخلی، و تشخیص حرکت و دود نصب شده‌اند و ارتباط بین کاربر و خانه بی‌سیم است. میکروکنترلر آردوینو داده‌ها را از سنسورهای مختلف، وسایل خانگی و دستگاه‌های فیزیولوژیکی از طریق ماژول بی‌سیم ESP8266 جمع‌آوری کرده و آن را از طریق اینترنت به کاربر منتقل می‌کند. کاربر برای انجام اقدامات لازم، دستورات را از طریق برنامه موبایل آردوینو توسعه یافته به میکروکنترلر دریافت کرده و به خانه می‌فرستد [۲۸].

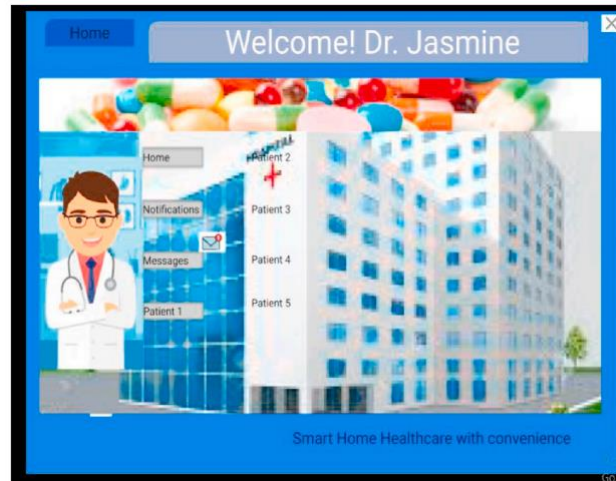
سناریوی نظارت بر سلامت در منزل به این صورت است که پارامترهای فیزیولوژیکی کاربر با استفاده از تجهیزات متداول مانند فشار سنج برای پیش بینی فشار خون، دماسنج برای دمای بدن و گلوکومتر برای سطح قند با کمک اعضای خانواده در خانه اندازه‌گیری می‌شوند. مقادیر پارامترها و علائم ویروس اندازه‌گیری شده از طریق اینترنت برای پزشک ارسال می‌شود. مقادیر در پایگاه داده ایجاد شده برای سیستم توسعه یافته ذخیره می‌شود و پزشک از طریق برنامه وب توسعه یافته، پارامترها و سایر اطلاعات بیمار از جمله پیام، چت و شکایات را مشاهده می‌کند. از طرف دیگر، پارامترهای فیزیولوژیکی بدن را می‌توان از طریق سنسورهای بدنه بدست آورد و مقادیر را به صورت بی‌سیم توسط میکروکنترلر دریافت کرد. اگر پارامترهای اندازه‌گیری شده‌ی دریافت شده در حد مشخص نرمال نباشد، الگوریتم خاصی برای انجام بررسی‌های اساسی با استفاده از انواع زمینه‌های HAC استفاده می‌شود. میکروکنترلر مقادیر دریافتی را به پایگاه داده ارسال می‌کند و سپس مقادیر از طریق اینترنت برای تشخیص به پزشک منتقل می‌شود. پزشک از طریق برنامه تلفن همراه با برقراری تماس، گذاشتن پیام یا استفاده از گزینه چت باکس^{۱۷} در پلتفرم با بیمار ارتباط برقرار می‌کند. چندین دستگاه در سیستم‌های اینترنت اشیا دخیل هستند، بنابراین نیاز به درگاهی است که به عنوان وسیله‌ای برای یکپارچگی و ادغام بین دستگاه‌ها در سیستم و ماژول‌های ارتباطی عمل می‌کند. لوازم خانگی برای کنترل به برد آردوینو متصل می‌شوند. همچنین، داده‌های تولید شده از حسگرهای هوشمند مورد استفاده برای اندازه‌گیری پارامترهای فیزیولوژیکی بیمار به پایگاه داده فرستاده می‌شوند و از آنجا از طریق اینترنت به پزشک ارسال می‌شوند. پزشک نیز با ارسال اطلاعات از طریق اینترنت با بیمار ارتباط برقرار می‌کند [۲۸].



شکل ۳ صفحه نرم افزار سمت بیمار [۲۸]

¹⁶. Arduino

¹⁷. chat box



شکل ۴ صفحه نرم افزار سمت پزشک [۲۸]

سیستم های سلامت شخصی^{۱۸} (PHS)

با توجه به تکثیر سریع دستگاه های پوشیدنی و تلفن های هوشمند، فناوری فعال اینترنت اشیا در حال تکامل مراقبت های بهداشتی از سیستم های مبتنی بر هاب معمولی به سوی سیستم مراقبت های بهداشتی شخصی تر است که در جدول ۳ تکنولوژی های سنسج و شناسایی مورد استفاده در PHS به اختصار آورده شده است.

به منظور درک پیشرفت فناوری های اینترنت اشیا در PHS، مقاله [۷] الگوریتم های پردازش داده برای PHS فعال شده در اینترنت اشیا را به سه بخش اصلی خلاصه می کند: رویکردهای داده محور، رویکردهای دانش بنیان، رویکردهای ترکیبی. به طور خاص، رویکردهای داده محور شامل یادگیری تحت نظارت، یادگیری نیمه نظارت شده و روش های یادگیری بدون نظارت است. روشهای دانش بنیان رویکردهای مدل سازی و استدلال معنایی را پوشش می دهد. روش ترکیبی از دو نوع رویکرد فوق با تلفیق یادگیری ماشین در استدلال دانش است.

جدول ۳ تکنولوژی های سنسج و شناسایی [۷]

رده حسگر	زیرمجموعه های حسگر	نمونه های حسگر	پارامترهای اندازه گیری شده
حسگرهای پوشیدنی	سنسورهای اینرسی	شتاب سنج [۴۹]	شتاب خطی حرکت
		ژیروسکوپ [۵۰]	سرعت چرخش زاویه ای
		سنسورهای فشار [۵۱]	ارتفاع شی
		سنسورهای میدان مغناطیسی [۵۲]	موقعیت مکانی با وضوح بالاتر
	حسگرهای موقعیت مکانی	GPS [۵۳]	مکانهای بیرونی
	حسگرهای فیزیولوژیکی	دستگاه فشار خون [۵۴]	فشار خون سیستولیک و دیاستولیک
		الکتروکاردیوگرام (نوار قلب) (ECG) [۵۵]	ریتم و فعالیت الکتریکی قلب
		اسپیرومتر [۵۶]	انقباض، سرعت جریان و حجم ریه
		الکتروکولوگراف (EOG) [۵۷]	حرکت چشم
		پاسخ پوست گالوانیک (GSR) [۵۸]	دمای سطح پوست

18. Personal Health Systems(PHS)

پارامترهای اندازه گیری شده	نمونه های حسگر	زیرمجموعه های حسگر	رده حسگر
عکس هایی از زندگی روزمره	SenseCam دوربین حسگر [۵۹]	حسگرهای تصویر	
دمای داخلی / فضای باز	دماسنج [۶۰]	حسگرهای محیطی	
رطوبت داخلی / فضای باز	رطوبت سنج [۶۱]		
حالت باز / بسته شدن پنجره	تماس با پنجره [۶۲]	حسگرهای دودویی	سنسورهای محیط
حالت باز / بسته شدن درب	تماس با در [۶۲]		
روشن / خاموش بودن حالت	سوئیچ نور [۶۲]		
حالت روشن / خاموش کنترل از راه دور	سوئیچ کنترل از راه دور [۶۲]		
محلی سازی محیط داخلی	مادون قرمز [۶۳]		
محلی سازی محیط داخلی	زیگی [۶۴]		
محلی سازی محیط داخلی	RFID فعال [۶۵]	حسگرهای موقعیت مکانی	
اشیا فردی با آنها تعامل دارند	برچسب های RFID [۶۶]		
اشیا فردی با آنها تعامل دارند	برچسب های NFC [۶۷]	برچسب ها	

با این وجود، با توجه به بسیاری از مسائل، از جمله کمبود سنسورهای پزشکی هوشمند مقرون به صرفه و دقیق، معماری غیر استاندارد اینترنت اشیا، ناهمگنی دستگاه های پوشیدنی متصل، چند بعدی بودن داده ها، توانمندسازی کاربرد فناوری پیشرفته اینترنت اشیا در PHS و تقاضای زیاد برای قابلیت همکاری چالش های زیر در حوزه PHS مطرح است:

• سنسورهای پوشیدنی مقرون به صرفه و راحت

در حالی که فناوری های سنجش و حسگر موجود در دهه گذشته پیشرفت خوبی داشته است، هنوز هم برای پایش سلامت طولانی مدت در محیط زندگی آزاد محدودیت هایی دارد، چرا که حتی یک سنسور کوچک متصل به یک بخش خاص از بدن هنوز برای پایش دائمی راحت نیست. در حالی که محبوبیت دستگاه های پوشیدنی در بین کاربران عمومی ثابت شده است، اکثر موارد استفاده آنها به زمینه های تناسب اندام محدود هستند. این محصولات به سادگی اندازه گیری های پردازش شده (به عنوان مثال، تعداد گام، فاصله یا کالری) را فراهم می کنند، بنابراین از پردازش داده های بیشتر ناتوان هستند. داده های سنسور خام را می توان به طور مستقیم از تلفن همراه بدست آورد، اما به دلیل تنوع الگوی زندگی و اثرات محیطی، داده های شخصی دستگاه های پوشیدنی باعث عدم اطمینان قابل توجهی در محیط طبیعی مانند باتری، مسائل ظرفیتی و موقعیت داده شده می شود. زمانی که تلفن همراه در کیف دستی یا جیب شلوار قرار می گیرد، نتایج بسیار متفاوت هستند. زیرا حسگرهای اینرسی نسبت به هر تغییر در موقعیت و جهت گیری حساس هستند. بنابراین، تا کنون تکنولوژی های حسگر پوشیدنی موجود از نظر اندازه، پاسخ سریع و قابلیت نظارت مداوم، انتقال داده بی سیم و تجربه کاربر آزردهنده، محدود هستند. علاوه بر این، معمولاً یک تعادل بین کیفیت بالا و هزینه پایین تکنولوژی های سنجش در حال توسعه وجود دارد. کاندیدای ایده فناوری های سنجش و حسگری آینده برای اینترنت اشیا فعال شده با PHS می تواند یک سنسور کوچک جهت مصرف روزانه شخصی باشد و محدود به لباس، ساعت، عینک، کفش، کمربند، و غیره نباشد. علاوه بر این، برای بسیاری از بیماری های مزمن، دستگاه های حسگر غیر بازرنده بسیار موثر هستند، و به طور بالقوه راحتی بسیاری را برای بیماران به ارمغان می آورند [۷].

• پلتفرم های ایمن و قابل اعتماد حوزه سلامت موبایل

هر گونه برنامه کاربردی مربوط به مراقبت های بهداشتی باید امنیت و حریم خصوصی را در نظر داشته باشد. در بسیاری از برنامه کاربردی PHS، از آنجایی که اطلاعات سلامت (به عنوان مثال، پدیده ها^{۱۹} وضعیت سلامتی، وضعیت اضطراری) نسبتاً

¹⁹phenomena

برای کاربران حساس است، هر گونه افشای نادرست ممکن است حریم خصوصی کاربر را نقض کرده و حتی منجر به از دست رفتن دارایی شود. کاربران همچنین ممکن است نگران باشند که داده‌های حیاتی سلامت شان هنگام ذخیره‌سازی در مکان‌ها و سرورهای غیرقابل اعتماد، دستکاری شوند. همچنین برخی از مهاجمان بدخواه در سیستم‌های بهداشتی رفتارهای نادرستی می‌کنند تا بر اثربخشی و یا گمراه کردن ترجیحات کاربران دیگر اختلال ایجاد کنند. بنابراین، چگونگی تامین امنیت مناسب و حفاظت از حریم خصوصی در اینترنت می‌تواند یک مساله چالش برانگیز باشد. بدون طرح‌های خوب برای حفاظت از حریم خصوصی کاربر، کاربران ممکن است برنامه‌های مراقبت بهداشتی را نپذیرد. مساله مهم دیگر این است که هزینه‌های حمایت‌های امنیتی با تقاضاهای متنوع کاربران متفاوت است و ممکن است بر تجارب کاربران از برنامه‌های سلامت موبایل تاثیر بگذارد. به عنوان مثال، تکنیک‌های رمزنگاری پیچیده ممکن است به کاربران تضمین‌های امنیتی بیشتری ارائه دهند، اما دارای تاخیر و سربر محاسباتی بالاتر نسبت به انواع سبک هستند [۷]. برای تامین نیازهای امنیتی کاربران و تعادل بین عملکرد و حمایت‌های امنیتی، کیفیت حفاظت یک مفهوم تازه است که به برنامه‌ها اجازه می‌دهد یکپارچه سازی محافظت امنیتی قابل تنظیم را انجام دهند [۷].

• اعتبارسنجی موثر داده‌ها در مراقبت‌های بهداشتی

همانطور که قبلاً اشاره شد در یک محیط اینترنت اشیا PHS، داده‌های سلامتی شخصی از یک وسیله پوشیدنی باعث عدم اطمینان قابل توجهی در محیط طبیعی می‌شود. چگونگی تایید این داده‌ها در حوزه سلامت بسیار چالش برانگیز است. با رشد نمایی بازار مراقبت‌های پزشکی همراه، بسیاری از محصولات پوشیدنی توسعه یافته اند که به طور قابل توجهی ناهمگونی و تنوع وسایل متصل شده در سیستم‌های مراقبت شخصی شده IoT را افزایش می‌دهد. اعتبارسنجی موثر این اطلاعات بهداشتی از دستگاه‌های ناهمگن در IoT در محیط بهداشت و درمان شخصی شده، دشوار است و به الگوریتم‌های هوشمند پیشرفته تری نیاز دارد [۷].

• پردازش و تحلیل داده‌های هوشمند در مراقبت‌های بهداشتی

از نظر مدل‌های تطبیقی سنتی برای افراد مختلف با حالات فیزیکی مختلف، همه رویکردهای مبتنی بر داده نیاز به تعداد زیادی نمونه برای آموزش مدل دارند، که در روش‌های یادگیری نظارت شده باید مقوله‌های مناسب قبل از زمان تنظیم شوند، و هر نمونه باید برچسب داشته باشد. به علاوه، در موارد رفتارهای غیر عادی برای افراد مسن (به عنوان مثال، زمین خوردن یا غش کردن)، این سیستم‌ها باید تعامل سریع با کاربران و مراقبان را فعال کنند. با در نظر گرفتن محدودیت‌های ابزارهای سنجش موجود که الگوریتم‌ها را معمولاً بر روی سرور کنترل از راه دور پیاده‌سازی می‌کنند، انتخاب پیچیدگی پایین الگوریتم می‌تواند برای شرایط و همچنین برای ثبت و نظارت بر فعالیت‌های فیزیکی کافی باشد. در آخر فقط چند توجه به آموزش مدل مراقبت‌های بهداشتی از سیگنال‌های حسگر در محیط طبیعی یا نیمه طبیعت گرایانه اختصاص داده شده است. رویکردهای نیمه نظارت شده و بدون نظارت در زندگی واقعی با بسیاری از عدم قطعیت‌ها واجد شرایط ترند و به عنوان یک موضوع چالش برانگیز برای حل پیچیدگی و دقت الگوریتم‌ها می‌تواند بیشتر مورد بررسی قرار گیرد [۷].

• نظارت و تغییر رفتار فردی در مراقبت‌های بهداشتی

در مدل سنتی مراقبت‌های بهداشتی، یک سیستم واکنشی که بیماری‌های حاد را درمان می‌کند پس از این واقعیت، اخیراً با فناوری‌های IoT در حال تکامل به سیستمی با محوریت بیماران، پیشگیری و مدیریت مداوم شرایط مزمن است. بنابراین، بسیار مهم است که رفتار فردی را با سیستم‌های مراقبت‌های شخصی به طور موثر نظارت و تغییر دهیم، که نیازمند همکاری نزدیک بین متخصصان فنی و متخصص بالینی است. این نیاز به ژست جدیدی از مسایل تحقیقاتی جدید دارد. در درجه اول، نحوه تغییر رفتار در مدل‌های ارائه خدمات بهداشتی جدید با اینترنت بی‌سیم می‌تواند یک مساله بزرگ باشد. بسیاری از سیستم‌های بهداشتی قدیمی تاکید بیشتری بر مراقبت‌های اولیه دارند، به ویژه از طریق استفاده از مدل‌های ارائه درمان یکپارچه که برای بهبود سلامت مردم طراحی شده‌اند. برای موفقیت، این مدل‌های جدید باید دامنه دسترسی خود را به خارج از چهار دیواره مطب پزشک گسترش دهند تا بتوانند از تغییر رفتار بیمار فراتر از تعاملات سنتی پزشک و بیمار حمایت کنند [۷]. این امر مستلزم قابلیت‌های جدید، از جمله ابزارهای گردش کار بالینی برای پشتیبانی از هدف قرار دادن بیمار، هشدار

دهنده مراقبت‌های بهداشتی برای بیماران، افزایش ارتباطات و حمایت مدیریت مراقبت از بیماران، و پایش از راه دور است. پزشکان بالینی باید وقتی با بیمار ارتباط برقرار می‌کنند، یک رویکرد بیمار محور را در پیش بگیرند، رویکردی که متمرکز بر درک کلی فرد و موانع تغییر آنها باشد. ثانیاً، شایسته است که با استفاده از فناوریهای مراقبت از راه دور و خودمراقبتی، ارتباطات بین بیماران و پزشکان افزایش یابد. مدل‌های سنتی تحویل مراقبت، در هسته خود، تعاملات رو در رو بین پزشکان و بیماران را دارند. با این حال، فناوری‌های جدید این مدل تعامل را افزایش داده و اساساً راه‌هایی را که متخصصان بالینی ارائه می‌دهند و افراد و خانواده‌شان از آنها مراقبت می‌کنند را تغییر می‌دهند. برای مثال برنامه‌های همراه می‌تواند ردیابی و نظارت را تسهیل کند [۷].

اینترنت اشیا شناختی پزشکی^{۲۰} (CIOMT)

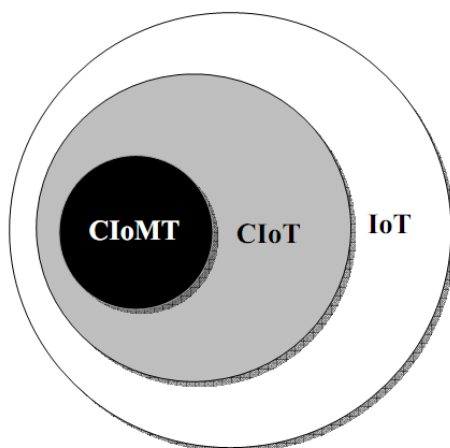
در ابتدا واژه اینترنت اشیا برای اشاره به اشیا متصل، تعامل‌پذیر و قابل شناسایی که به سامانه شناسایی فرکانس رادیویی مجهز بودند، بکار گرفته شد. پس از آن پژوهشگران اینترنت اشیا را به تکنولوژی‌های بیشتری مانند حسگرها، محرک‌ها، سیستم‌های موقعیت‌یابی جهانی و دستگاه‌های سیار نیز مرتبط کردند. اینترنت اشیا، عمدتاً بر چگونگی فعالسازی و اتصال اشیا برای دیدن، شنیدن، و حس کردن دنیای فیزیکی و سپس به اشتراک گذاری مشاهدات خود تمرکز دارند. اما تنها اتصال کافی نیست، و فراتر از آن اشیا باید دارای قابلیت یادگیری، تفکر و درک دنیاهای فیزیکی و اجتماعی توسط خود باشند. این نیاز کاربردی، ما را به توسعه یک الگوی جدید که اینترنت اشیا شناختی^{۲۱} CIoT نامیده شده واداشته تا به منظور استفاده در هوش سطح بالا، IoT فعلی تقویت شود. به عبارت دیگر در اینترنت اشیا شناختی هدف، تقویت بخشیدن به IoT توسط اضافه نمودن قدرت یادگیری، تفکر و درک جهان فیزیکی و اجتماعی به اشیا عمومی است و این امر با ادغام‌سازی موثر فرآیند اجرایی شناخت انسان در طراحی IoT و آرایه شرحی دقیق از تکنیک‌های پردازش شناختی که در قلب CIoT قرار دارند، صورت می‌گیرد. به طور خلاصه، CIoT میتواند IoT فعلی را با ادغام‌سازی پردازش شناخت انسانی در طراحی سیستم، تقویت بخشد. این چارچوب موجب صرفه‌جویی در زمان، کاهش وابستگی به اپراتورها، افزایش بهره‌وری منابع، و تقویت تامین سرویس می‌شود.

از سویی دیگر در عصر فناوری‌های دیجیتالی پیشرفته، مراقبت‌های بهداشتی هوشمند مبتنی بر اینترنت اشیا اهمیت دارد زیرا می‌تواند با بیماری همه‌گیر کنونی کووید ۱۹ مقابله کند. از این رو، کاربرد جدید رادیو شناختی^{۲۲} (CR) مبتنی بر اینترنت اشیا برای دامنه پزشکی که به عنوان اینترنت اشیا شناختی پزشکی (CIOMT) شناخته می‌شود، جهت مقابله با این چالش جهانی مورد بررسی قرار گرفته است. این مفهوم CIoT برای این بیماری همه‌گیر مناسب است چرا که هر فرد باید از طریق یک شبکه گسترده که نیازمند مدیریت کارآمد است، کنترل و نظارت شود. روش تخصیص طیف پویا مبتنی بر CR، راه‌حل انطباق تعداد زیادی از دستگاه‌ها و تعداد بسیار زیادی برنامه‌های کاربردی است. پلتفرم CIOMT، ردیابی بلادرنگ، نظارت بر سلامت از راه دور، تشخیص سریع موارد، ردیابی تماس، خوشه‌بندی، غربالگری و مراقبت را فراهم می‌کند، در نتیجه فشارکاری روی صنعت پزشکی برای پیش‌گیری و کنترل عفونت را کاهش می‌دهد و در نتیجه CIOMT یک فناوری امیدبخش برای تشخیص سریع، پایش و ردیابی پویا، درمان و کنترل بهتر بدون گسترش ویروس به دیگران است [۲۸].

²⁰. Cognitive Internet Of Medical Things (CIOMT)

²¹. Cognitive Internet Of Things(CIoT)

^{۲۲} رادیو شناختی (CR) رادیویی است که می‌تواند به صورت پویا برنامه ریزی و پیکربندی شود تا از بهترین کانالهای بی سیم در مجاورت خود استفاده کند تا از تداخل و گرفتگی کاربر جلوگیری کند. چنین رادیویی به طور خودکار کانالهای موجود را در طیف بی سیم شناسایی می‌کند، سپس بر این اساس پارامترهای انتقال یا دریافت آن را تغییر می‌دهد تا ارتباطات بی سیم همزمان در یک باند طیف مشخص در یک مکان امکان پذیر شود. این فرآیند نوعی مدیریت طیف پویا است.



شکل ۱۵ اینترنت شناختی اشیا پزشکی (CIoMT) به عنوان یک مورد خاص از اینترنت اشیا پزشکی (IoT) [۲۸]

اینترنت شناختی اشیا (CIoT) یک فناوری است که هر واحد فیزیکی در جهان را قادر به برقراری ارتباط و تبادل اطلاعات به طور فعال، تضمین کیفیت خدمات (QoS) می‌سازد. CIoT به رادیو شناختی (CR) فعال IoT اشاره دارد که ارتباط ماشین به ماشین را در تعداد رو به افزایشی از شبکه‌های بی‌سیم پشتیبانی می‌کند [۴۷]. اینترنت شناختی پزشکی^{۲۳} طبقه‌ای از CIoT است که مختص صنعت پزشکی است که نقش مهمی در مراقبت‌های بهداشتی هوشمند ایفا می‌کند. داده‌های فیزیولوژیکی بلادرنگ بیمار مانند درجه حرارت بدن، فشار خون، میزان ضربان قلب، سطح گلوکز، سطح اکسیژن و غیره و نیز داده‌های روانشناسی مانند گفتار، بیان و غیره برای پرسنل پزشکی از راه دور از طریق CIoMT در دسترس هستند [۴۸].

شکل ۶ نظارت از راه دور مبتنی بر CIoMT بر روی بیمار کووید ۱۹ را نشان می‌دهد. سنسورهای اینترنت اشیا مانند EEG^{۲۴} و ECG^{۲۵}، سنسور فشار خون، پالس اکسیمتر^{۲۶}، EMG^{۲۷} و غیره به دستیابی به پارامترهای بالینی بلادرنگ کمک می‌کنند. داده‌های سنسور در مرکز داده‌ها از طریق بلوتوث، Zigbee، شبکه رادیویی شناختی^{۲۸} (CRN) یا سایر فناوری‌های بی‌سیم جمع‌آوری می‌شوند. اطلاعات بیمار از طریق اینترنت به شبکه پزشکی منتقل می‌شود و داده‌ها نیز به منظور ارزیابی و آنالیز پیشگویانه ذخیره شده و در ابرها پشتیبان‌گیری می‌شوند. در نهایت، بازخورد پایش بیمار برای درمان موثر فرستاده می‌شود [۲۸].

²³ Medical

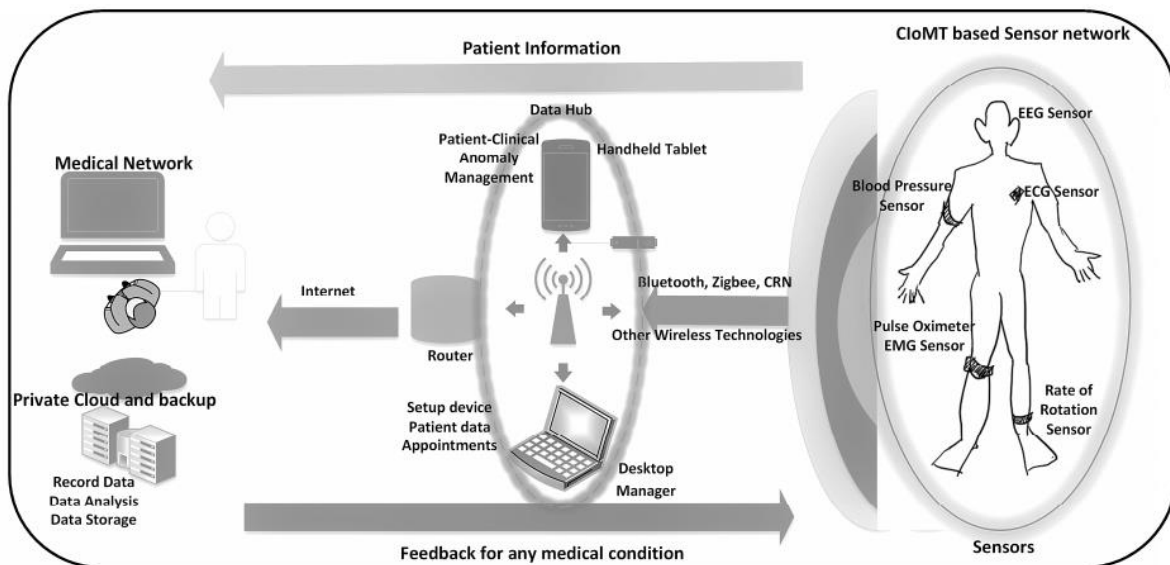
²⁴ Electroencephalogram

²⁵ Electrocardiogram

²⁶ Pulse Oximeter

²⁷ Electromyography

²⁸ Cognitive Radio Network



شکل ۶ نظارت از راه دور مبتنی بر CIoMT بر روی بیمار کووید ۱۹ [۲۸]

موضوعات مختلف و پیشنهادات برای مطالعات آتی

نکته اصلی نگرانی در حین بکارگیری اینترنت اشیا در وضعیت همه‌گیری کنونی کووید ۱۹ در مورد امنیت و حریم خصوصی داده‌های منحصر به فرد سلامت بیمار می‌باشد که ضروری است. نکته دوم در مورد مراقبت‌های انجام شده در هنگام ادغام شبکه داده در میان دستگاه‌های درگیر و پروتکل‌ها است. شکل ۷، نمایی خلاصه از مسایل و چالش‌ها در اجرای IoT برای مقابله با بیماری همه‌گیر کووید ۱۹ نشان می‌دهد. علاوه بر این، کارهای آینده می‌توانند بر روی مدیریت و انبار داده‌ها انجام شوند. فرآیند ایجاد برنامه‌های کاربردی منطبق و مقرون‌به‌صرفه نیز می‌توانند در مطالعات بعدی مورد توجه قرار گیرند [۲۷].



شکل ۷ نمایی خلاصه از مسایل و چالش‌های پیاده سازی اینترنت اشیا برای کووید ۱۹ [۲۷]

نتیجه‌گیری

اینترنت اشیا یک شبکه یکپارچه وسیع برای مراقبت‌های بهداشتی جهت مقابله با کووید۱۹ فراهم می‌کند. تمام دستگاه‌های پزشکی به اینترنت متصل هستند و در هر وضعیت بحرانی، به طور خودکار پیامی را به کارکنان پزشکی منتقل می‌کند. موارد مبتلا به بیماری را می‌توان به طور مناسب در یک مکان دوردست با تجهیزات دور به هم متصل کرد. این کار اکثر مشکلات را حل کرده و در نهایت خدمات را برای بیمار و مراقبت‌های بهداشتی ارتقا می‌دهد. به نظر می‌رسد که اینترنت اشیا یک روش عالی برای غربال کردن بیمار مبتلا به ویروس است. در مراقبت‌های بهداشتی، این فناوری برای حفظ و نظارت کیفیت اطلاعات بلادرنگ مفید است. با استفاده از یک روش مبتنی بر آمار، اینترنت اشیا برای پیش‌بینی وضعیت آتی بیماران بسیار مفید است. با اجرای مناسب این فناوری، محققین، پزشکان، دولت، دانشگاهیان می‌توانند محیطی بهتر برای مبارزه با این بیماری ایجاد کنند.

منابع و مراجع

- [1] Ashton K, et al. (2009) That 'internet of things' thing. *RFID J* 22(7):97-114
- [2] Ali ZH, Ali HA, Badawy MM (2015) Internet of things (IoT): definitions, challenges and recent research directions. *Int J Comput Appl* 128(1):37-47
- [3] HaddadPajouh H, Dehghantanha A, Parizi RM, Aledhari M, Karimipour H (2019) A survey on internet of things security: requirements, challenges, and solutions. *Internet of Things* 3:100-129
- [4] da Costa CA, Pasluosta CF, Eskofier B, da Silva DB, da Rosa Righi R (2018) Internet of health things: toward intelligent vital signs monitoring in hospital wards. *Artif Intell Med* 89:61-69
- [5] Islam SMR, Kwak D, Kabir MDH, Hossain M, Kwak K-S (2015) The internet of things for health care: a comprehensive survey. *IEEE Access* 3:678-708
- [6] Hu F, Xie D, Shen S (2013) On the application of the internet of things in the field of medical and health care. In: 2013 IEEE International Conference on Green Computing and Communications and IEEE Internet of Things and IEEE Cyber, Physical and Social Computing. IEEE, pp 2053-2058
- [7] Qi J, Yang P, Min G, Amft O, Dong F, Xu L (2017) Advanced internet of things for personalized healthcare systems: a survey. *Pervasive Mob Comput* 41:132-149
- [8] IoT in healthcare market. (2020) <https://www.marketsandmarkets.com/Market-Reports/iot-healthcaremarket-160082804.html>. Accessed June 29, 2020
- [9] Lovelace Jr B (2020) Scientists say the coronavirus is at least as deadly as the 1918 flu pandemic. <https://www.cnn.com/berkeley-lovelace-jr/>. Accessed September 5, 2020
- [10] WHO (2020) Coronavirus disease (COVID-19). <https://bit.ly/2ZU5x08>. Accessed July 09, 2020
- [11] Symptoms of coronavirus. (2020) <https://www.cdc.gov/coronavirus/2019-ncov/symptoms-testing/symptoms.html>. Accessed June 26, 2020
- [12] CDC (2020) Quarantine if you might be sick. <https://www.cdc.gov/coronavirus/2019-ncov/if-you-are-sick/quarantine.html>. Accessed July 04, 2020
- [13] Wang W, Tang J, Wei F (2020) Updated understanding of the outbreak of 2019 novel coronavirus-2019-nCoV in Wuhan, China. *J Med Virol* 92(4):441-447
- [14] Peeri NC, Shrestha N, Rahman MS, Zaki R, Tan Z, Bibi S, Baghbanzadeh M, Aghamohammadi N, Zhang W, Haque U (2020) The SARS, MERS and novel coronavirus (COVID-19) epidemics, the newest and biggest global health threats: what lessons have we learned?. *International Journal of Epidemiology*
- [15] Singh RP, Javaid M, Haleem A, Suman R (2020) Internet of things (IoT) applications to fight against COVID-19 pandemic. *Diabetes & Metabolic Syndrome: Clinical Research & Reviews*
- [16] Ting DSW, Carin L, Dzau V, Wong TY (2020) Digital technology and COVID-19. *Nat Med* 46(4):459-466
- [17] To KK-W, Tsang OT-Y, Yip CC-Y, Chan K-H, Wu T-C, Chan JM-C, Leung W-S, Chik TS-H, Choi CY-C, Kandamby DH, et al. (2020) Consistent detection of 2019 novel coronavirus in saliva. *Clin Infect Dis*
- [18] Xing Y, Mo P, Xiao Y, Zhao O, Zhang Y, Wang F (2020) Post-discharge surveillance and positive virus detection in two medical staff recovered from coronavirus disease 2019 (COVID-19), China, January to February 2020. *Eurosurveillance* 25(10):2000191
- [19] Zhang SX, Wang Y, Rauch A, Wei F (2020) Unprecedented disruption of lives and work: health, distress and life satisfaction of working adults in China one month into the COVID-19 outbreak. *Psychiatry Res* 112958
- [20] Christaki E (2015) New technologies in predicting, preventing and controlling emerging infectious diseases. *Virulence* 6(6):558-565

- [21] Phelan AL, Katz R, Gostin LO (2020) The novel coronavirus originating in Wuhan, China: challenges for global health governance. *Jama* 323(8):709–710
- [22] Nussbaumer-Streit B, Mayr V, Dobrescu AI, Chapman A, Persad E, Klerings I, Wagner G, Siebert U, Christof C, Zachariah C, et al. (2020) Quarantine alone or in combination with other public health measures to control COVID-19: a rapid review. *Cochrane Database Syst Rev* (4)
- [23] Rahman MS, Peeri NC, Shrestha N, Zaki R, Haque U, Ab Hamid SH (2020) Defending against the novel coronavirus (COVID-19) outbreak: how can the internet of things (IoT) help to save the world?. *Health Policy and Technology*
- [24] CDC (2020) Prevent the spread of COVID-19 if you are sick. <https://bit.ly/3hj7tq1>. Accessed July ۲۰۲۰, ۲۰.
- [25] Lee BY (2020) Can you get COVID-19 coronavirus twice? here is an update on reinfection. <https://www.forbes.com/sites/brucelee/2020/07/19/can-you-get-covid-19-coronavirus-twice-here-is-an-update-on-reinfection/#6499ed737cbf>. Accessed July 20, 2020
- [26] Nasajpour M, Pouriye S, Parizi RM, Dorodchi M, Valero M, Arabnia HR. Internet of Things for Current COVID-19 and Future Pandemics: an Exploratory Study. *J Healthc Inform Res*. 2020 Nov 12:1-40. doi: 10.1007/s41666-020-00080-6. Epub ahead of print. PMID: 33204938; PMCID: PMC7659418.
- [27] Singh RP, Javaid M, Haleem A, Suman R. Internet of things (IoT) applications to fight against COVID-19 pandemic. *Diabetes Metab Syndr*. 2020 Jul-Aug;14(4):521-524. doi: 10.1016/j.dsx.2020.04.041. Epub 2020 May 5. PMID: 32388333; PMCID: PMC7198990.
- [28] Swati Swayamsiddha, Chandana Mohanty, Application of cognitive Internet of Medical Things for COVID-19 pandemic, *Diabetes & Metabolic Syndrome: Clinical Research & Reviews*, Volume 14, Issue 5, 2020, Pages 911-915, ISSN 1871-4021
- [29] Taiwo, Olutosin & Ezugwu, Absalom. (2020). Smart healthcare support for remote patient monitoring during covid-19 quarantine. *Informatics in Medicine Unlocked*. 20. 10.1016/j.imu.2020.100428.
- [30] Garrett W, Christopher P, Nisha R, Gabriel de la C, Shivam G, Sepehr N, Bryan M, Maureen S-E, Matthew TE, Diane CJ. Robot-enabled support of daily activities in smart home environments. *Cognit Syst Res* 2019;54:258–72. 2018.
- [31] Rozita T, Salah AA, Kok CW, Mok HV. Smart GSM based home automation system. In: *IEEE conference on systems, process & control (ICSPC2013)*. Malaysia: Kuala Lumpur; 2013. 2013.
- [32] Hamed B. Design & implementation of smart house control using LabVIEW. *Int J Soft Comput Eng* 2012;1(6):98–106.
- [33] Himanshu S, Vishal P, Vedant K, Venkanna U. IoT based smart home automation system using sensor node. In: *4th international conference on recent advances in information technology. RAIT-2018*; 2018.
- [34] Suyang Z, Zhi W, Jianing L, Xiao-ping Z. Real-time energy control approach for smart home energy management system. *Elec Power Compon Syst* 2014;42(3–4): ۲۶–۳۱۵
- [35] Mohammad HA, Chad D. Design and implementation of an IoT-based smart home security system. *International Journal of Networked and Distributed Computing* .۹۲–۸۵:(۲)۷;۲۰۱۹
- [36] Lin Y, Yanhong G, Wenfeng L, Wenbi R. A home mobile healthcare system for wheelchair users. In: *IEEE 18th conference on computer supported cooperative work in design*. Hsinchu; 2014.
- [37] Catarinucci L, Donno Dd, Mainetti L, Palano L, Patrono L, Stefanizzi ML, Tarricone L. An IoT-aware architecture for smart healthcare systems. *IEEE Internet of Things Journal* 2015;2(6):515–26.

- [38] Rasch K, Li F, Sehic S, Ayani R, Dustdar S. Context-driven personalized service discovery in pervasive environments. *World Wide Web* 2011;14:295–319.
- [39] Min C, Sergio G, Victor L, Qian Z, Ming L. A 2G-RFID-based E-healthcare system. February. *IEEE Wireless Communication*; 2010. p. 37–43.
- [40] Dey AK. Understanding and using context. *Personal Ubiquitous Comput* 2001;5(1): 4–7.
- [41] School HM. Tips to measure your blood pressure correctly. Harvard Health Publishing 2020 [Online]. Available, <https://www.health.harvard.edu/heart-health/tips-to-measure-your-blood-pressure-correctly>. Accessed 6 August.
- [42] Katharina R, Fei L, Sanjin S, Rassul A, Schahram D. Context-Driven personalized service discovery in pervasive environments. *World Wide Web* 2011;(14):295–319. 2011.
- [43] R.P. Singh, M. Javaid, A. Haleem, R. Suman, Internet of things (IoT) applications to fight against COVID-19 pandemic, *Diabetes Metab Syndr* 2020; 14(4): 337-339.
- [44] D.S.W. Ting, L. Carin, V. Dzau, T.Y. Wong, Digital technology and COVID-19, *Nat Med* 2020;26(4): 459-461. 45. R. Vaishya, M. Javaid, I.H. Khan, A. Haleem, Artificial Intelligence (AI) applications for COVID-19 pandemic, *Diabetes Metab Syndr* 2020; 14(4): 419-422.
- [45] M. Javaid, A. Haleem, R. Vaishya, S. Bahl, R. Suman, A. Vaish, Industry 4.0 technologies and their applications in fighting COVID-19 pandemic, *Diabetes Metab Syndr* 2020; 14(4):419-422.
- [46] E. W., I. M., Multiband spectrum sensing and resource allocation for IoT in cognitive 5G networks, *IEEE Internet of Things Journal* 2017; 5(1):150-63.
- [47] T. Yang, M. Gentile, C.F. Shen, C.M. Cheng, Combining Point-of-Care Diagnostics and Internet of Medical Things (IoMT) to Combat the COVID-19 Pandemic, *Diagnostics (Basel)* 2020; 10(4).
- [48] C. V Bouten, K. T. Koekkoek, M. Verduin, R. Kodde, and J. D.Janssen, “A triaxial accelerometer and portable data processing unit for the assessment of daily physical activity.,” *IEEE Trans. Biomed. Eng.*, vol. 44, no. 3, pp. 136–147, 1997
- [49] H. Dejnabadi, B. M. Jolles, and K. Aminian, “A new approach to accurate measurement of uniaxial joint angles based on a combination of accelerometers and gyroscopes,” *IEEE Trans. Biomed. Eng.*, vol. 52, no. 8, pp. 1478–1484, 2005
- [50] a Moncada-Torres, K. Leuenberger, R. Gonzenbach, a Luft, and R. Gassert, “Activity classification based on inertial and barometric pressure sensors at different anatomical locations,” *Physiol. Meas.*, vol. 35, no. 7, pp. 1245–1263, 2014
- [51] M. Shoaib, S. Bosch, O. Incel, H. Scholten, and P. Havinga, “A Survey of Online Activity Recognition Using Mobile Phones,” *Sensors*, vol. 15, no. 1, pp. 2059–2085, 2015
- [52] L. Liao, D. Fox, and H. Kautz, “Hierarchical Conditional Random Fields for GPS-Based Activity Recognition,” *Star*, vol. 28, pp. 487– 506, 2007.
- [53] R. Davies, L. Galway, C. Nugent, C. Jamison, R. Gawley, P. McCullagh, H. Zhang, and N. Black, “A Platform for Self-Management Supported by Assistive, Rehabilitation and Telecare Technologies,” *Proc. 5th Int. ICST Conf. Pervasive Comput. Technol. Healthc.*, pp. 458–460, 2011
- [54] T. Pawar, N. S. Anantkrishnan, S. Chaudhuri, and S. P. Duttgupta, “Impact of Ambulation in Wearable-ECG,” *Ann. Biomed. Eng.*, vol. 36, no. 9, pp. 1547–1557, 2008.
- [55] D. Wensley and M. Silverman, “Peak Flow Monitoring for Guided Self-management A Randomized Controlled Trial,” vol. 170, pp. 606–612, 2004.
- [56] A. Bulling, J. a. Ward, and H. Gellersen, “Multimodal recognition of reading activity in transit using body-worn sensors,” vol. 9, no. 1, pp. 1–21, 2012.
- [57] F. Sun, C. Kuo, H. Cheng, S. Buthpitiya, P. Collins, and M. Griss, “Activity-aware Mental Stress Detection Using Physiological Sensors,” *Mob. Comput. Appl. Serv.*, vol. 76, pp. 1–20, 2012.

- [58] A. I. Journal, E. Berry, N. Kapur, L. Williams, S. Hodges, G. Smyth, J. Srinivasan, R. Smith, B. Wilson, E. Berry, N. Kapur, L. Williams, S. Hodges, G. Smyth, J. Srinivasan, R. Smith, B. Wilson, and K. W. The, "The use of a wearable camera , SenseCam , as a pictorial diary to improve autobiographical memory in a patient with limbic encephalitis: A preliminary report," vol. 2011, no. April 2016, 2011.
- [59] A. R. Doherty, N. Caprani, C. Ó. Conaire, V. Kalnikaite, C. Gurrin, A. F. Smeaton, and N. E. O. Connor, "Computers in Human Behavior Passively recognising human activities through lifelogging," *Comput. Human Behav.*, vol. 27, no. 5, pp. 1948–1958, 2011.
- [60] C. Sugimoto and R. Kohno, "Wireless Sensing System for Healthcare Monitoring Thermal Physiological State and Recognizing Behavior," pp. 285–291, 2011.
- [61] P. De Toledo and A. Sanchis, "Activity Recognition Using Hybrid Generative/Discriminative Models on Home Environments Using Binary Sensors ~*," pp. 5460–5477, 2013.
- [62] A. Sixsmith and N. Johnson, "A Smart Sensor to," 2004.
- [63] H. Jong, S. Hee, K. Ha, H. Chul, W. Chung, J. Young, Y. Chang, and D. Hyun, "Ubiquitous healthcare service using Zigbee and mobile phone for elderly patients," vol. 8, pp. 193–198, 2008
- [64] P. Yang, W. Wu, M. Moniri, and C. C. Chibelushi, "Efficient object localization using sparsely distributed passive RFID tags," *IEEE Trans. Ind. Electron.*, vol. 60, no. 12, pp. 5914–5924, 2013.
- [65] R. S. Sangwan, R. G. Qiu, S. K. Member, and D. Jessen, "Using RFID Tags for Tracking Patients , Charts and Medical Equipment within an Integrated Health Delivery Network," pp. 70–74.
- [66] J. Rafferty, C. N.-I. Member, L. C.-I. Member, J. Qi, R. Dutton, A. Zirk, L. T. Boye, M. Kohn, and R. Hellman, "NFC based provisioning of instructional videos to assist with instrumental activities of daily living," pp. 4131–4134, 2014.