Edge Intelligence and Internet of Things in Healthcare: A Survey

یگانه حشمت
پروژه درس معماری کامپیوتر پیشرفته
نام استاد: دکتر سمیه جعفر علی جاسبی

مقدمه

عنوان مقاله مورد بررسی (یک بررسی از نقش اینترنت اشیا و محاسبات لبه ای در مراقبت های بهداشتی) است. برای درک و تحلیل مناسب تری از این مقاله ابتدا به شرح تعاریفی در این زمینه میپردازیم.
با ظهور فناوری های جدید و سرعت سریع زندگی بشر امروزه بیماران به یک چارچوب مراقبت های بهداشتی پیشرفته و پیشرفته نیاز دارند.

در محاسبات لبه ای، پردازش تنها در داخل منبع صورت می گیرد. در واقع هدف از طراحی محاسبات لبه ای یا همان Edge Computing این است که پردازش ها اطراف منبع انجام شوند و به دیتاسنتر های مختلف نیازی نداشته باشند. بزرگترین مزیت محاسبه لبه ای، توانایی پردازش و ذخیره سریعتر داده ها است. این افزایش پردازش داده ها برای شرکت ها بسیار مهم هستند.

لازم به ذکر است که اینترنت اشیاء (IoT) پاسخی است به این پرسش که چگونه جهانی با ارتباطات دیجیتالی به دستگاه های فیزیکی روزمره خواهیم داشت؟ از طریق IoT دستگاه ها با اتصال به اینترنت، سنسورها و سایر سخت افزارها، امکان برقراری ارتباط و کنترل از طریق وب را خواهند داشت.اینترنت اشیا (IoT) به هر دستگاه فیزیکی اشاره دارد که قادر است با یک شناسه منحصربه‌فرد در یک شبکه، به تبادل اطلاعات بپردازد. همچنین این ارتباط می‌تواند میان انسان و اشیا باشد و باعث تعامل آن‌ها شود. "خانه هوشمند[1]" نمونه ای عالی از IoT در دنیای کنونی است.

[1] خانه یا ساختمان مدرنی است که همه اجزا و لوازم برقی آن به وسیله یک سیستم مرکزی یکپارچه شده و به خوبی با هم کار می کنند.

تعریف مسئله و هدف اصلی مقاله

بررسی های قبلی در مورد سیستم های مراقبت بهداشتی هوشمند با محوریت معماری ابر و مه ، امنیت و احراز هویت و انواع حسگرها و دستگاه های مورد استفاده در چارچوب های محاسبات لبه ای انجام شده بود. آنها بر روی برنامه های IoT مراقبت های بهداشتی مستقر در معماری رایانه های لبه ای تمرکز نکردند.

پردازش داده های اینترنت اشیا، معمولا در سیستم رایانش ابری و از طریق منابع محاسباتی ابری انجام میشد که این مورد برای ما دو مسئله را ایجاد میکن: پهنای باند و زمان تاخیر.

ما باید برای کاهش حجم داده های ارسالی، ترافیک شبکه و مسافتی که داده ها تا رسیدن به مقصد طی میکنند، راه حل بهتری بیابیم.

ضرورت تحقیق:

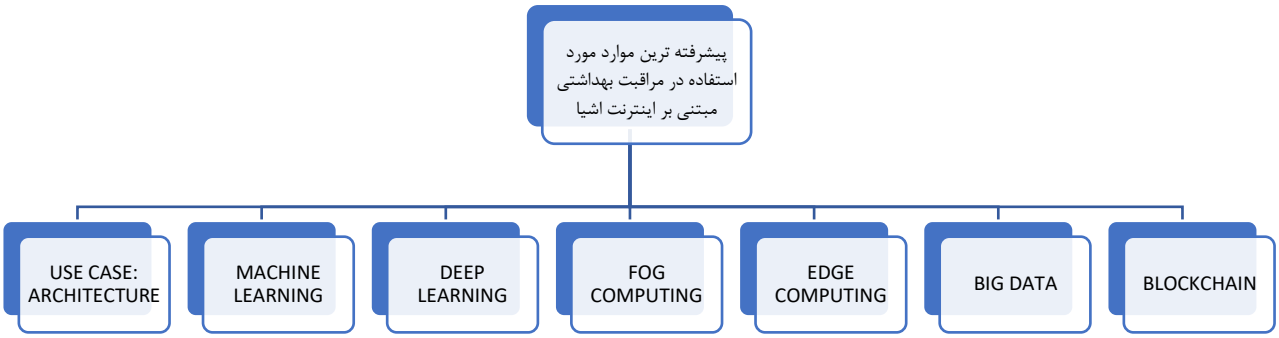
در حال حاضر بهداشت و درمان از IT برای ارائه سیستم های هوشمند استفاده می کند که تشخیص سلامتی را تسریع می کند و درمان دقیق و موثری را ارائه می دهد. در برخی موارد ما با داده های حساس به زمانی رو به رو میشویم که نیاز است به سرع و در لحظه به روز رسانی شوند. چارچوب های مبتنی بر ابر ، که اغلب از تکنیک های تجزیه و تحلیل داده های بزرگ استفاده می کنند ، می توانند نتایج قابل اعتماد و دقیقی را برای برنامه های کاربردی اینترنت اشیا general عمومی که نیاز به پاسخ سریع دارند به دست آورند

با این حال ، برای برنامه های کاربردی پزشکی مبتنی بر اینترنت اشیا critical حیاتی که به دقت بالاتر ، پاسخ های بی درنگ و رفتار قوی نیاز دارند ، معماری مبتنی بر ابر می تواند در مواردی از خرابی شبکه یا تاخیر پهنای باند تأثیر منفی بگذارد و این ممکن است در موارد اضطراری پزشکی یا حتی از دست دادن زندگی منجر شود.

به این دلیل انجام این تحقیق ضرورت پیدا میکند.

شاخه های حل پیشین:

در گذشته نیز برای این حوزه تحقیقی، پژوهش هایی صورت گرفته بود. این تحقیقات موارد متنوعی را مورد بحث و بررسی قرار دادند. این دسته از مقالات به یک یا چند مورد در بررسی مراقبت های بهداشتی پرداختند. این موارد شامل : بلاک چین، BIG DAT ، محاسبات مه و لبه، یادگیری عمیق و MACHINE LEARNING بودند که به نقش آنها در مراقبت های بهداشتی مبتنی بر اینترنت اشیا پرداخته شده است.



در ادامه به این مقالات را مورد بررسی قرار میدهیم تا به نقش این موارد در این سیستم های مراقبت بهداشتی مبتنی بر اینترنت اشیا بیشتر آشنا شویم:

با ورود ICT به دنیای سلامت، روند درمان دقیق تر و سریع تر شد. چهارچوب های مراقبت بهداشتی هوشمندو سیستم های تشخیص پزشکی خودکار، خدمات را در محیط ها و سناریو های متفاوتی ارائه دادند. همه اینها باعث کاهش هزینه های پزشکی مپل ویزیت و همچنین افزایش کیفیت کلی مراقبت از بیمار شد.

تعداد دستگاه های مراقبت بهداشتی در سال 2020 حدود 162 میلیارد تخمین زده شده است.تحقیقات گذشته ایده استفاده از حسگر های پوشیدنی و بلا مانع را مطرح نمودند که ایده ای بسیار مفید و کارآمد است. در تحقیقات قبلی برای پردازش این داده ها، از فضای ابر و رایانش ابری استفاده میشد.

چهارچوب های مبتنی بر ابر مزیت ها و معایبی داشتند:

مزیت

نتایج قابل اعتماد و دقیقی را برای برنامه های کاربردی اینترنت اشیا که نیاز به پاسخ سریع دارند ف فراهم میکردند.

عیب

در موارد حیاتی و نیاز به دقت بالا، به پاسخ های REAL-TIME نیاز است و معماری ابر میتواند در موارد مثل خرابی شبکه یا تاخیر پهنای باند، تاثیر منفی بگذارد.

در واقع SOFT REAL-TIME را پوشش میدهد ولی HARD REAL-TIME را پوشش نمیدهد.

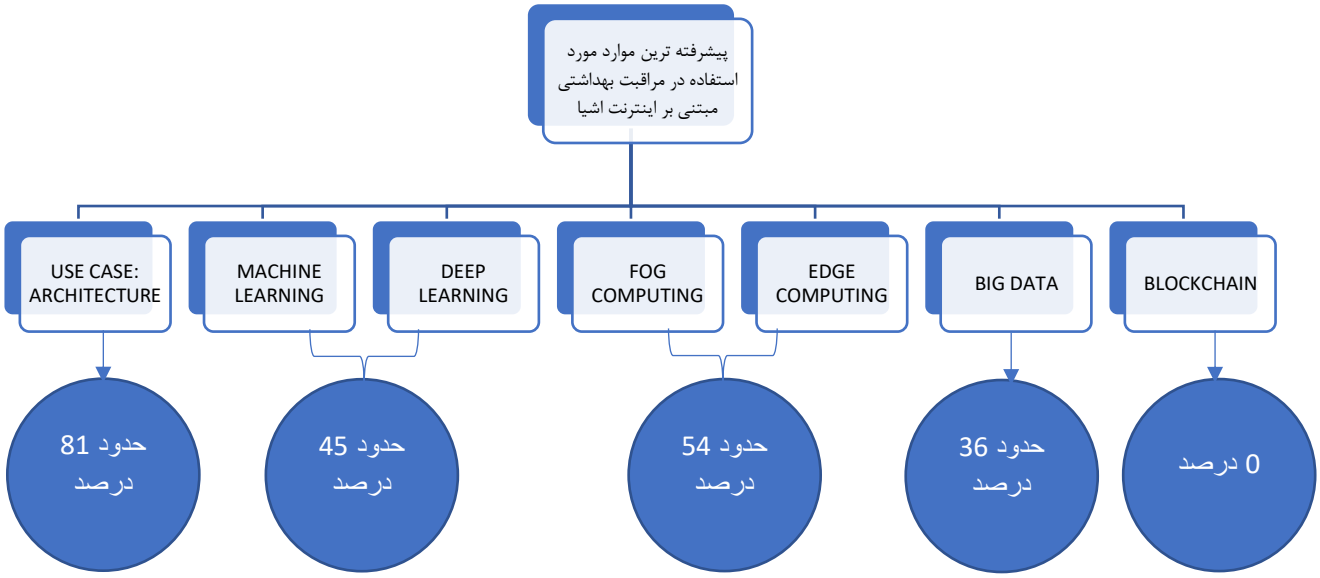
ارزیابی ها وبحث هایی از معماری مه در کار های قبلی شده است اما از دیدگاه کابردی بحث نشده است.

همچنین استفاده از معماری ابر موجب افزایش و بالا رفتن هزینه برای انتقال داده ها میشود. از طرفی مساحت محدودی را تحت پوشش قرار میدهد.

از تکنیک های DEEP LEARNING و MACHINE LEARNING استفاده شده بود ولیدر این مقاله به طور بیشتری به این مورد پرداخته شده است.

متاسفانه در کار های قبلی به نقش و استفاده از بلاک چین در برنامه های مراقبت بهداشتی مبتنی بر اینترنت اشیا اشاره ای نشده بود و در باره این مورد مانند سایر موارد تحقیق و بررسی نشده بود.

مقالات بسیاری در رابطه با معماری ICT صحبت کردند ولی مشکلی که وجود داشت این بود که این تحقیقات بسیار قدیمی بوده و شامل تحقیقات و پیشرفت های جدید نبودند.
همچنین بررسی ها دیگری هم وجود دارند که به جنبه های کاربردی مراقبت های بهداشتی مبتنی بر اینترنت اشیا متمرکز شده اند اما به فناوری های نوظهور توجه ندارند. در مطالعات گذشته موارد مختلفی در سیستم های مراقبت بهداشتی مبتنی بر اینترنت اشیا مورد توجه قرار گرفته است.



درصد اشاره به این موارد در مقالات پیشین مشخص شده است و در ادامه ، در این مقاله تمام این موارد گردآوری شده اند.

شاخه حل جاری:

این مقاله، قصد دارد مروری بر چارچوب های مراقبت های بهداشتی مبتنی بر اینترنت اشیا ارائه می دهد که بر نظارت بهداشتی تمرکز دارند.

این مطالعه، روند پیشرفت چارچوب های مراقبت های بهداشتی مبتنی بر IoT را مورد بحث قرار می دهد، از جمله سیستم هایی که برای پردازش های عملکردی از محاسبات لبه استفاده می کنند، تا معماری لبه های اخیراً پیشنهاد شده که همچنین از محاسبات مه [2] و تکنیک های ML بهره می گیرند.

[2] Fog computing

محاسبات لبه را می توان با چندین دستگاه لبه و سرورهای محلی برای پردازش مشترک و کارآمد داده های حسگر مراقبت های بهداشتی استفاده کرد. ما با استفاده از تکنیک های پیشرفته یادگیری عمیق ، هوش لبه ای را که طبقه بندی داده های سلامت را با ردیابی و شناسایی علائم حیاتی هدف قرار می دهد ، بررسی می کنیم. حتی با داشتن مزایای فراوان ، هوش لبه ای، چالش های مربوط به پیچیدگی و امنیت محاسباتی را ایجاد می کند. برای ارائه کیفیت زندگی بالاتر به بیماران ، توصیه های بالقوه تحقیقاتی برای بهبود خدمات رایانه ای لبه دار برای مراقبت های بهداشتی در این مطالعه مشخص شده است.

این مطالعه همچنین یک بررسی اجمالی از کاربرد عمومی راه حل های اینترنت اشیا در سیستم عامل های لبه برای درمان پزشکی و مراقبت های بهداشتی ارائه می دهد. اخیراً علاقه به معماری های پیچیده ابر که از هوش لبه و محاسبات مه استفاده می کنند ، افزایش یافته است. هدف اصلی، استفاده حداکثر سود از توانایی لبه و محاسبه مه برای جمع آوری ، تفسیر ، پردازش ، تجزیه و تحلیل داده ها است.

- از این رو ، این مطالعه با هدف برجسته کردن مزایای محاسبه لبه برای راه حل های هوشمند برای پردازش توزیع شده و تجزیه و تحلیل حسگرهای مراقبت های بهداشتی هوشمند اینترنت اشیا انجام می شود.

از Edge Intelligence می توان در دستگاه های هوشمندی که سنسورها به آنها متصل است و در دستگاه هایی که در ورودی های نزدیک سنسورهای هوشمند در دسترس هستند استفاده کرد: دستگاه های هوشمند پوشیدنی با سنسورها ، مانند تلفن های هوشمند یا ساعت های هوشمنند و ... . اکنون افزایش حسگرهای هوشمند و دستگاه های اینترنت اشیا اینترنت همه چیز (IoE) را قابل دستیابی کرده است.

محاسبه مه می تواند در شبکه های محلی پیاده سازی شود و می تواند دستگاه های بزرگ و قدرتمندی مانند رایانه های شخصی یا سرورهایی را که با فاصله بیشتری از دستگاه های حسگر هوشمند نصب شده اند ، ادغام کند. هر دو معماری لبه و محاسبات مه به طور گسترده ای در کنار هم مورد استفاده قرار می گیرند تا از حسگرهای مجاورت کاربران برای ارائه خدمات مراقبت های بهداشتی با دسترسی بیشتر ، تأخیر کمتر و آگاهی از مکان استفاده کنند. اخیراً ، بسیاری از محققان روشهای مبتنی بر محاسبات سلسله مراتبی را برای استفاده از روشهای اهرم مانند DL و ML برای توزیع و تقسیم وظایف مبتنی بر استنباط در بین گره های لبه و مه ، پیشنهاد داده اند که می تواند قدرت محاسباتی و توانایی های محاسباتی دستگاه های لبه را فوق العاده بهبود بخشد.

با استفاده از تکنیک های هوش مصنوعی ، هوش لبه به سمت چارچوب های مراقبت های بهداشتی هوشمندی حرکت می کند که دارای هوش انسانی و حتی هوش شناختی هستند. معماری های هوشمند لبه را می توان به طور کامل یا جزئی در سطح لبه آموزش داد ، در حالی که پردازش بیشتر می تواند بین گره های لبه و مه توزیع شود ، یا پردازش ابر برای برنامه های کاربردی محاسباتی فشرده انجام شود.

Edge Intelligence همچنین با سیستم عامل های Industry 4.0 و Healthcare 4.0 کار می کند ، بنابراین معماری های اینترنت اشیا را هوشمندتر و هوشمندتر می کند.

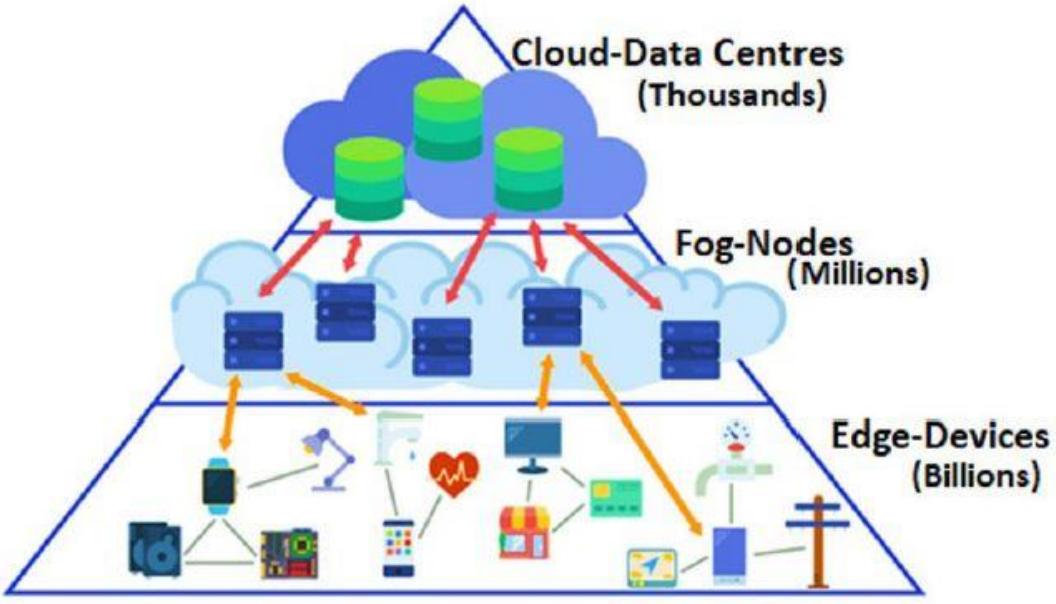
پیشرفت های اخیر در فناوری اینترنت اشیا ، دریچه ای برای راه حل های هوشمند باز کرده است که از سیستم عامل های نرم افزاری و معماری سیستم بهره می برند. این راه حل ها ، مانند نظارت بر بیماری های مزمن ، نظارت و کنترل اپیدمی مانند کرونا ، مراقبت از سالمندان و اطفال و مدیریت بهداشت و سلامت و ... ، برای حل مسائل مراقبت های بهداشتی در سطوح مختلف است.

ما در درجه اول بر روی چالش های سیستم های نظارت بر سلامت تمرکز می کنیم. این مسائل را می توان به دو بخش نظارت استاتیک و پویا بر بیمار تقسیم کرد.

1. استاتیک: می تواند در خانه ، بیمارستان یا بیمارستان انجام شود .
2. پویا: می تواند بیمار را در یک محیط خارج ردیابی کند.

یک رویکرد مبتنی بر محاسبات لبه / مه از معماری با چندین سطح استفاده می کند. سه سطح اساسی عبارتند از:

1. سطح گره های لبه ای ، جایی که داده ها از حسگرهای بدن IoT جمع آوری می شوند.
2. سطح گره های مه ، جایی که داده ها از سنسورهای میدان اینترنت اشیا یا دستگاه های لبه ای جمع آوری می شوند.
3. سطح پردازش ابری ، جایی که تمام داده ها جمع آوری و ذخیره می شوند.



Edge-Devices

پردازش سطح پایین در دستگاه های دستی یا قابل حمل مانند ساعت های هوشمند ، تلفن های هوشمند ، تبلت ها یا دستگاه های جاسازی شده یا دستگاه های دروازه محلی انجام می شود.

Fog-Nodes

ذخیره سازی و پردازش محلی در اینجا با استفاده از سرورها یا رایانه های شخصی انجام می شود.

Cloud-data center

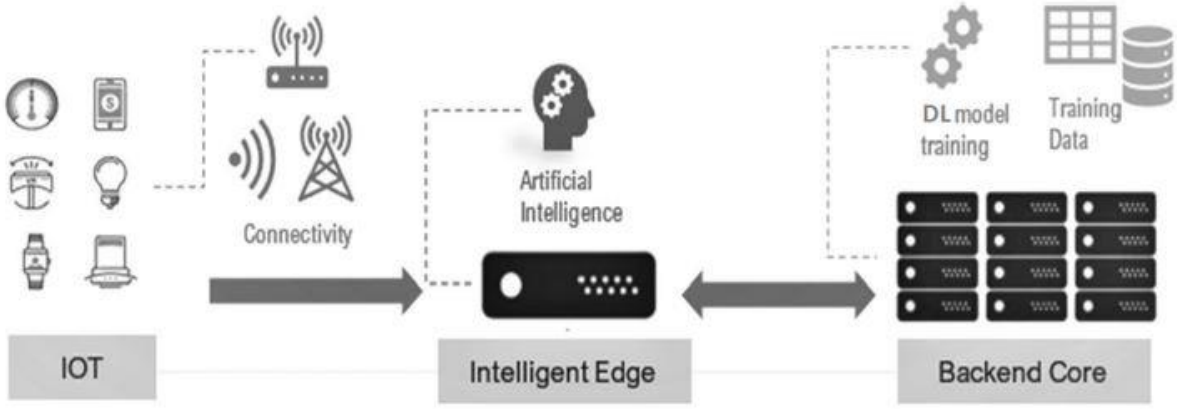
پردازش سطح بالا در اینجا انجام می شود ، از جمله استفاده از الگوریتم های پیچیده و تجزیه و تحلیل داده ها.

مطالعات تحقیقاتی بررسی شده در اینجا شامل زمینه های مختلفی از برنامه های مراقبت بهداشتی هوشمند اینترنت اشیا برای نظارت بر داده های سلامت فیزیولوژیکی از جمله پوست ، صدا ، وضعیت بدن و حرکت است.

برخی از موضوعات بررسی سیستم های نظارت بر سلامت IOT مبتنی بر EDGE :

- تجزیه و تحلیل داده های سلامت فیزیولوژیک
- سیستم های IOT مبتنی بر EDGE برای توانبخشی
- ردیابی بیماریهای پوستی و نظارت بر رژیم غذایی
- سیستم های پیشگیری از اپیدمی
- درمان دیابت

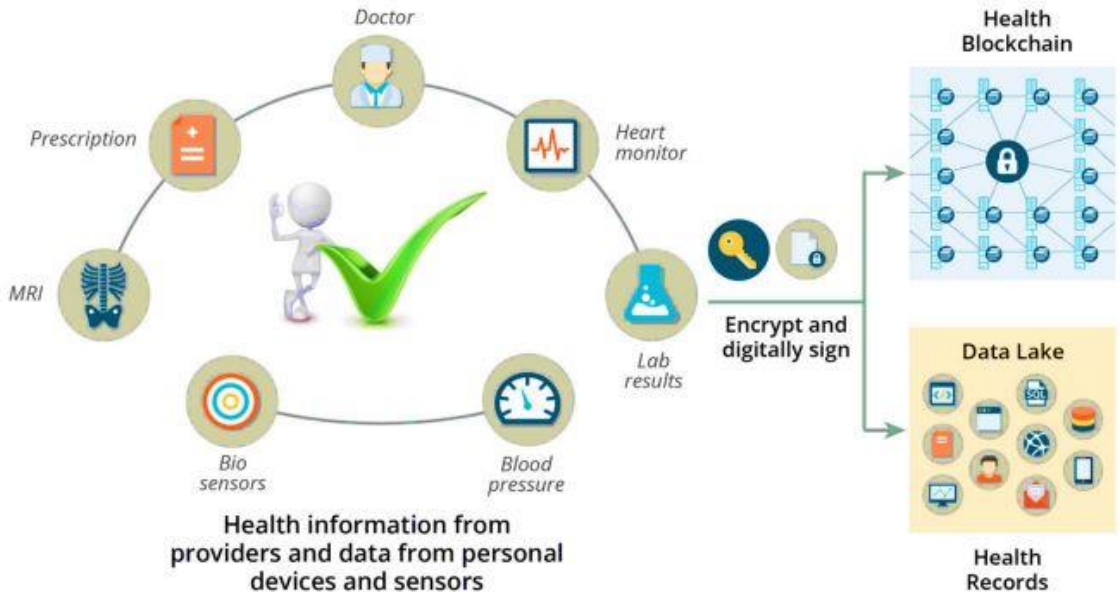
در اینجا کاربرد سنسور لبه را در ترکیب با machine learning برای سناریو مبتنی بر سنسور هوشمند اینترنت اشیا نشان میدهد.



داده هایی که از حسگرهای هوشمند اینترنت اشیا جمع آوری می شوند توسط دستگاه های لبه جمع آوری و پیش پردازش می شوند. این دستگاه ها همچنین از تکنیک های هوش مصنوعی برای پیش پردازش و تجزیه و تحلیل داده های اولیه استفاده می کنند ، اما برای پردازش و طبقه بندی وظایف فشرده به هسته باطن ML ارسال می شود ، جایی که الگوریتم های یادگیری عمیق پیشرفته برای تجزیه و تحلیل عمیق و تصمیم گیری استفاده می شود.

داده های بزرگ و بلاکچین در چارچوب مراقبت های بهداشتی مبتنی بر IOT:

می تواند به گونه ای طراحی شود که بلوک هایی برای ذخیره شناسه های منحصر به فرد برای هر بیمار ایجاد شود. می تواند به گونه ای طراحی شود که بلوک هایی برای ذخیره شناسه های منحصر به فرد برای هر بیمار ایجاد شود. از این رو ، کلیه معاملات سلامت از این شناسه امن تشکیل شده است و هر پرونده سلامت به همراه مهر زمان برای معامله سلامت رمزگذاری شده است.



این بلاکچین از تاریخچه پزشکی کامل ‘، شامل سنسورهای پوشیدنی و داده های سلامت تلفن های هوشمند تشکیل شده است. این مقدار عظیم داده در دریاچه های داده [3]ذخیره می شود که در آن انواع داده های بهداشتی می تواند به وفور ذخیره شود. هر زمان داده در دریاچه داده ذخیره می شود ، یک اشاره گر با استفاده از شناسه منحصر به فرد بیمار ایجاد می شود و به زنجیره بلوک اضافه می شود. بیماران این اطلاعات را هر بار که داده های مرتبط اضافه شود ، دریافت می کنند.

[3] data lakes

دستگاه های لبه مانند تلفن های هوشمند و حسگرهای بدن به بیمار کمک می کنند تا با استفاده از بلاکچین ، اطلاعات بهداشتی معتبر خود را به صورت امن به دریاچه های داده اضافه کند

نقش edge intelligent در چهارچوب های مراقبت بهداشتی مبتنی بر اینترنت اشیا:

در ارائه پیشنهاد های مربوط به سیستم پزشکی از راه دور برای ارائه درمان و پیشگیری و تشخیص بیماری و پشتیبانی پزشکی از بیماران و با استفاده از سنسور های پوشیدنی و پیشرفته برای نظارت real-time به بیمار استفاده میشوند.

همچنین مطالعه دیگری از هوش لبه ای برای ایجاد یک سیستم جمع آوری و تجزیه و تحلیل داده های بهداشتی در زمان واقعی استفاده کردکه برای آن یک ساختار مراقبت های بهداشتی مبتنی بر بیمار سه لایه برای جمع آوری ، پردازش و انتقال داده ها در زمان واقعی ارائه شده است.

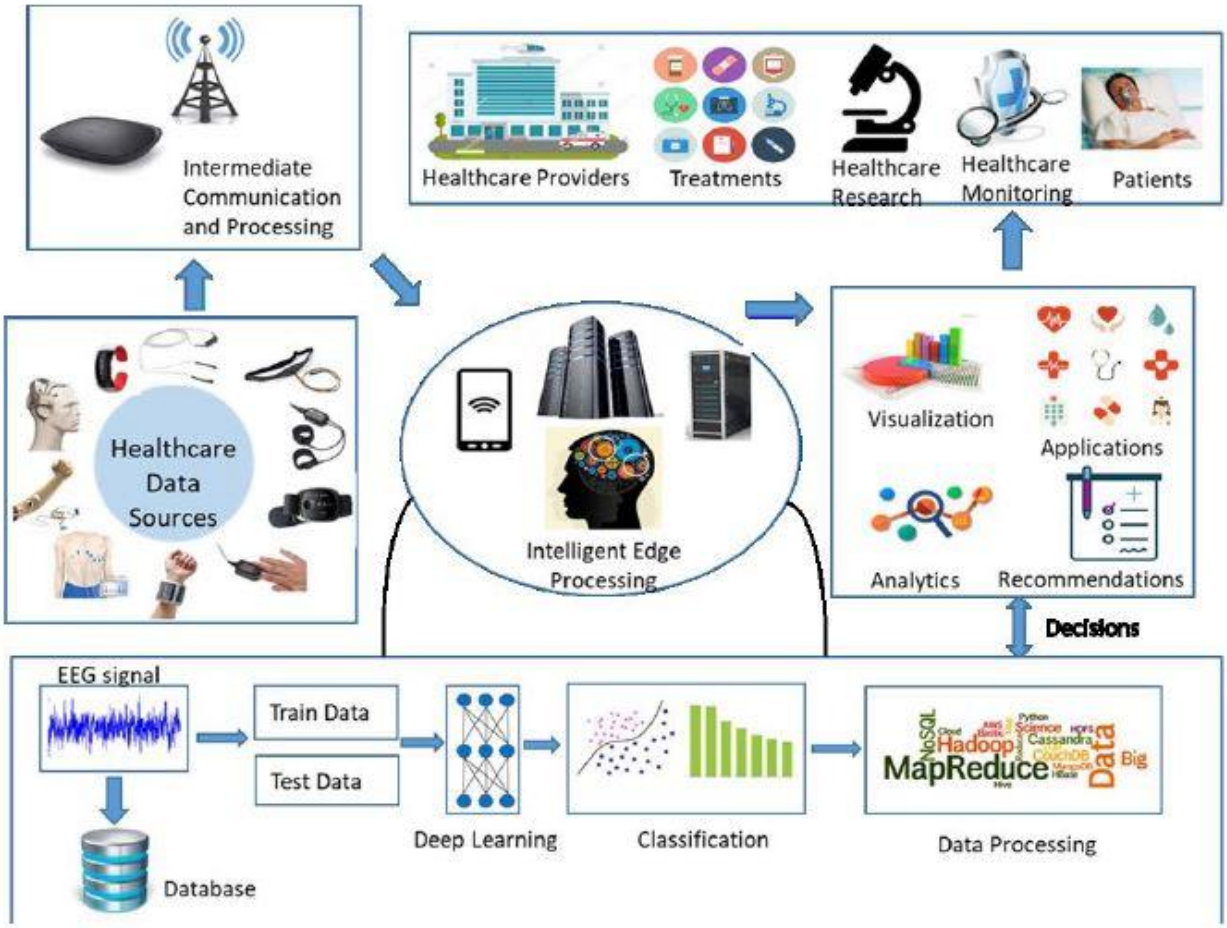
یک چارچوب شناختی لبه هوشمند مبتنی بر ECG نیز برای نظارت بر سلامتی در زمان واقعی ارائه شده است. هوش شناختی سیستم محاسبات لبه پیشنهادی را هوشمندتر می کند و امکان تخصیص بهینه منابع را فراهم می کند. از این رو ، هوش لبه ای اکنون یکی از عناصر پیشرفته مراقبت های بهداشتی IOT است که هدف آن کار با هوش ، قابلیت اطمینان ، حریم خصوصی و کارآیی بیشتر است.

نقش یادگیری ماشین و اینترنت اشیا در چهارچوب های مراقبت بهداشتی:

امروزه یادگیری ماشین برای کمک و توان بخشی پس از تصادفات یا ضربه به کار می رود. یادگیری عمیق انقلابی در نحوه ایجاد سیستم های رابط بین کامپیوتر و مغز (BCI) برای بهبود کیفیت زندگی انسان و ارائه مراقبت های بهداشتی شناختی هوشمند ایجاد کرده است .

از یادگیری عمیق برای تفسیر الگوهای مغزی با تجزیه و تحلیل سیگنال های EEG و تبدیل فرایندهای تفکر به گفتار استفاده می شود .

از این رو سیستم های مراقبت بهداشتی مبتنی بر ML برای کمک به بیماران دارای معلولیت شدید برای داشتن زندگی عادی استفاده می شود.



ارزیابی و بررسی:

در این مطالعه ، ما بسیاری از سیستم های بهداشتی هوشمند مبتنی بر اینترنت اشیا important مهم را با استفاده از لبه ، مه و محاسبات ابری مرور کردیم. مطالعاتی که ما در مورد آنها بحث کردیم انواع مختلفی از هوش مصنوعی و تکنیک های ML [۴] و DL [۵] برای تشخیص بیماری را به کار برد.

[4] Machine Learning
[5] Deep learning

در بیشتر مطالعات ، وظایف اصلی تجزیه و تحلیل و پردازش در لایه ابر انجام شد ، زیرا دستگاه های لبه دارای قدرت ، قابلیت و منابع محدود بودند.با این حال ، بسیاری از مطالعات اخیر شروع به ترکیب لایه های لبه ، مه و ابر برای بهبود مدیریت منابع و کاهش تأخیر کرده است.مطالعات اخیر مدل های ML و DL را برای برنامه هایی مانند پیشگیری و تشخیص سقوط ، تشخیص فعالیت چند حالته ، تشخیص بیماری و درمان در گره های لبه محلی که نزدیک به دستگاه های جمع آوری اطلاعات هستند ، اجرا کرده است.این به کاهش زمان انتقال داده و مصرف منابع کمک کرد و قابلیت اجرای در زمان واقعی را افزایش داد.

جمع بندی:

چارچوب های مراقبت های بهداشتی مبتنی بر اینترنت اشیا از مدل های ساده ای که برای جمع آوری داده ها ، پیش پردازش ، انتقال و تجزیه و تحلیل داده ها استفاده می شود ، به سیستم های پیشرفته و هوشمندی می رسند که می توانند پردازش فشرده و تجزیه و تحلیل داده های از راه دور را انجام دهند و تصمیمات هوشمندانه بگیرند. در دسترس بودن داده ها ، کیفیت داده ها و پردازش در زمان واقعی در محیطی که پیشگیری و تشخیص به موقع علائم اصلی ترین نیازها هستند میتوانند از جمله اشکالات این رویکرد ها باشند.

امنیت و حفاظت از داده ها از جمله مواردی هستند که جز نگرانی های این طرح ها مطرح میشوند.با وجود تمام طرح های پیشنهادی و پیشرفت های صورت گرفته شده مدیریت ذخیره سازی محلی و پردازش اطلاعات هنوز در راه حل های مبتنی بر لبه ، به ویژه راه حل هایی که شامل یک محیط سلامت پویا هستند ، مورد توجه قرار نگرفته است. مسئولیت تصمیم گیری محلی به گره های لبه منتقل شد ، در حالی که آموزش مدل به لایه ابر اختصاص داده شد. در سیستم های هوشمند مراقبت های بهداشتی که آموزش مدل های مبتنی بر DL [6]در سطح مه و لبه هنوز امکان پذیر نیست ، توزیع بار کاری و شبکه های عمیق تقسیم شده یک راه حل مناسب است.

کارهار آینده:

امنیت و ذخیره سازی داده ها در سیستم های مراقبت های بهداشتی یکی از نگرانی های اصلی است ، زیرا از اطلاعات شخصی و احتمالی در چنین سیستم هایی استفاده می شود. با این حال ، مدیریت ذخیره سازی محلی و پردازش اطلاعات هنوز در راه حل های مبتنی بر لبه ، به ویژه راه حل هایی که شامل یک محیط سلامت پویا هستند ، مورد توجه قرار نگرفته است. به عنوان کار ها و بررسی هایی که در آینده میتوان انجام داد، تمرکز بر روی این حوزه است که میتواند نتیجه مفیدی داشته باشد.

[6] Deep learning

مفاهیم و تعاریف:

IOT (Internet of things)

اینترنت اشیاء یا IoT، سیستمی به‌هم‌پیوسته از تجهیزات رایانه‌ای، ماشین‌های مکانیکی و دیجیتال، اشیاء، حیوانات یا افرادی است که با شناسه‌های منحصربه‌فرد (UID[7]) هویت یافته‌اند و از قابلیت انتقال داده‌ها روی یک شبکه بدون نیاز به تعامل انسان-با-انسان یا انسان-با-رایانه برخوردار هستند.

یک شیء در اینترنت اشیاء می‌تواند انسانی باشد که یک دستگاه پایش قلب در بدنش نصب شده است؛ یا دامی با یک ترانسپوندر_ بیولوژیک، یا خودرویی که با حسگرهای تعبیه‌شده در آن، راننده را از فشار کم لاستیک‌ها آگاه می‌کند یا هر شیء طبیعی یا انسان‌ساخت دیگر که می‌تواند با اختصاص یک آدرس IP داده‌ها را روی یک شبکه انتقال دهد.

امروزه، سازمان‌ها در صنایع و کسب‌وکارهای گوناگون، به‌شکلی فزاینده از قابلیت‌های اینترنت اشیاء بهره می‌گیرند تا کارآمدتر و اثربخش‌تر عمل کنند؛ آنها با بهره‌مندی از دستاوردهای اینترنت اشیاء، به درکی بهتر و شایسته‌تر از مشتریان‌شان دست می‌یابند و می‌توانند خدماتی بهینه‌تر به آنها ارائه کنند. اینترنت اشیاء فرایند تصمیم‌سازی و تصمیم‌گیری را در سازمان بهبود می‌بخشد و ارزش کسب‌وکار را به‌شکلی چشمگیر افزایش می‌دهد.

Edge computing

محاسبات لبه (edge computing) پردازش داده ها است که نزدیک به منابع داده اتفاق می‌افتد .محاسبات لبه (edge computing) بیشتر اینترنت اشیا (IoT) را پشتیبانی می‌کند چرا که تکنولوژی اینترنت اشیا در حال پیشرفت چشمگیری است. به عنوان یک نمونه ماشین‌های خودران را در نظر بگیرید که مطمئناً در سال‌های آتی بیشتر رواج پیدا خواهند کرد.

برای پیاده سازی درست با استفاده از رایانش ابری، ، یک ماشین باید اطلاعات مربوط به شرایط فعلی را به یک سرور ارسال کند که ممکن است در یک ایالت دیگر یا حتی یک کشور دیگر قرار داشته باشد و منتظر پاسخ در مورد نحوه ادامه دادن بماند. این فرآیند تنها چند ثانیه طول می‌کشد، اما در مواردی که نیاز به پاسخ سریعتر وجود دارد، مانند وقتی که یک عابر پیاده وارد مسیر حرکت ماشین می‌شود، چند ثانیه ممکن است خیلی زیاد باشد. یک مرکز داده محلی می‌تواند داده‌ها را پردازش کند و پاسخ را بسیار سریعتر ارسال کند، بنابراین ماشین قادر خواهد بود برای جلوگیری از برخورد با عابر پیاده، به موقع ترمز کند.

[7] User Identification

Machine learning (ML)

در علم یادگیری ماشین(Machine Learning) ، به موضوع طراحی ماشین‌هایی پرداخته می‌شود که با استفاده از مثال‌های داده شده به آن‌ها و تجربیات خودشان، بیاموزند. در واقع، در این علم تلاش می‌شود تا با بهره‌گیری از الگوریتم‌ها، یک ماشین به شکلی طراحی شود که بدون آنکه صراحتا برنامه‌ریزی و تک تک اقدامات به آن دیکته شود بتواند بیاموزد و عمل کند. در یادگیری ماشین، به جای برنامه‌نویسی همه چیز، داده‌ها به یک الگوریتم عمومی داده می‌شوند و این الگوریتم است که براساس داده‌هایی که به آن داده شده منطق خود را می‌سازد.

Deep learning (DL)

یادگیری عمیق نوعی از یادگیری ماشین و هو ش مصنوع ی است که در واقع از روشی که ذهن انسان برای یادگیری موضوع خاصی به کار می گیرد، تقلید می کند. این نوع از یادگیری یکی از عناصر مهم در علم داده می باشد که شامل آمار و مدل سازی پیش بینی است. یادگیری عمیق برای دانشمندان داده که وظیفه جمع آوری ، تجزیه و تحلیل و تفسیر مقادیر زیادی از داده ها را دارند ، بسیار مفید است و این روند را سریعتر و آسان تر می کند . به نوعی می توان گفت یادگیری عمیق در واقع همان یادگیری ماشین است به گونه ای که در سطح کارهای پیچیده، نمایش یا انتزاع، یادگیری را برای ماشین انجام می دهد و به این صورت ماشین درک بهتری از واقعیت های وجودی پیدا می کند و می تواند الگو های مختلف را شناسایی کند.

Big Data

بیگ دیتا (Big Data) به معنای دارایی‌های اطلاعاتی [یک مجموعه یا سازمان] است که:

- حجم بالا دارند.
- با سرعت زیاد تولید می‌شوند و / یا تنوع گسترده دارند.

همچنین نیازمند شیوه‌های پردازش نوآورانه با هزینه‌ی مناسب هستند تا بتوان از آن برای اتوماسیون فرایندها، تصمیم گیری و بهبود شهود و بینش [در سازمان] بهره گرفت.

Blockchain

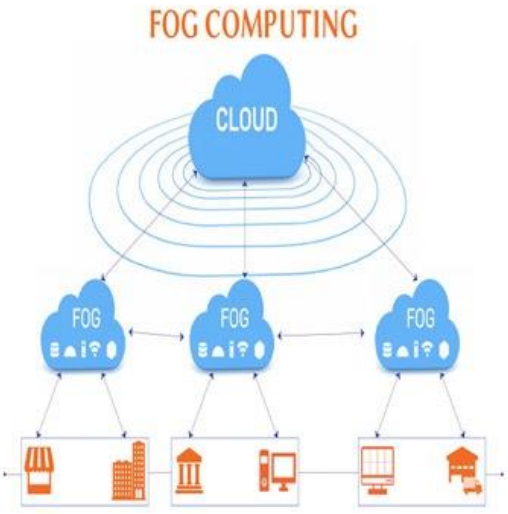
یک نوع سیستم ثبت اطلاعات و گزارش است. تفاوت آن با سیستم‌های دیگر این است که اطلاعات ذخیره‌شده روی این نوع سیستم، میان همه اعضای یک شبکه به اشتراک گذاشته می‌شود. با استفاده از رمزنگاری و توزیع داده‌ها، امکان هک، حذف و دستکاری اطلاعات ثبت‌شده، تقریباً از بین می‌رود.

Cloud computing

سورس یک نرم افزار، داده های آن و همینطور پردازش های مربوط به آن را به یک فضای بیرونی منتقل کنیم. کاربران می توانند به اپلیکیشن ها و داده ها با استفاده از ورود به این سیستم با استفاده از هر دستگاهی که به اینترنت متصل است دسترسی داشته باشند. اطلاعات و برنامه ها توسط یک فضای خارجی میزبانی می شوند و به جای یک هارد دیسک فیزیکی بر روی یک شبکه جهانی از مراکز داده های امن نگهداری می شوند. این کار باعث می شود تا قدرت پردازش افزایش پیدا کند، امکان اشتراک داده ها و همکاری بیشتر با سایر افراد راحت تر می شود و امکان دسترسی امن به این داده ها از طریق تلفن همراه را بدون توجه به موقعیت مکانی کاربر فراهم می کند.

Fog computing

ساختار رایانش غیرمتمرکزی است که در آن منابع از جمله داده‌ها و اپلیکیشن‌ها در موقعیت‌هایی منطقی بین منبع داده و فضای ابری قرار می‌گیرند. رایانش یا محاسبات مه با واژه‌هایی همچون «شبکه‌سازی مه» نیز شناخته می‌شود.



- محاسبات مه با استفاده از مفهوم رایانش ابری به لبه شبکه، آن را برای اینترنت اشیاء (IoT) و سایر برنامه های کاربردی که نیاز به تعاملات در زمان واقعی دارند، ایده آل می کند.