# Internet of Medical Things: Architectural Model, Motivational Factors and Impediments (Internet de las cosas médicas: modelo arquitectónico, factores de motivación e impedimentos)

**Abstracto:**

El campo de Internet de las cosas (IoT) está progresando de una manera que transformará el panorama completo de Internet en el futuro. Además, brindará oportunidades en nuevos dominios para la automatización e integración de objetos de palabras reales. El campo médico siempre está a la vanguardia de la adopción de la innovación. Actualmente existen numerosas aplicaciones del concepto en el campo de la medicina, como e-Health y m-Health. Este documento ha revisado y propuesto el modelo arquitectónico para implementar Internet of Medical Things (IoMT). Además, utilizando la técnica de análisis de contenido de ocho pasos de Carley, se han identificado factores de motivación para la adopción de IoMT. Finalmente, el documento arroja luz sobre los principales impedimentos, como los problemas de seguridad y privacidad.

**Publicado en:**[15a Conferencia de Aprendizaje y Tecnología de 2018 (L&T)](https://ieeexplore.ieee.org/xpl/conhome/8362836/proceeding)

**Fecha de la conferencia:** 25-26 de febrero de 2018

**Fecha de adición a IEEE *Xplore* :** 31 de mayo de 2018

**Información del ISBN:**

**Número de acceso de INSPEC:** 17805863

**DOI:**[10.1109 / LT.2018.8368495](https://doi.org/10.1109/LT.2018.8368495)

**Editorial:**IEEE

**Lugar de la conferencia:** Jeddah, Arabia Saudita

**SECCIÓN I.**

## **Introducción**

Con las tecnologías cada vez mayores en el arsenal de las TIC, las posibilidades de ofrecer los nuevos servicios se desarrollan constantemente en nuevos dominios. Dominios como la gestión de operaciones comerciales, la ciudad inteligente, la sostenibilidad, etc., ya han incorporado las TIC en sus raíces [1] , [2] . La tecnología de Cloud Computing ha allanado el camino para ofrecer una plataforma barata y fácil de realizar la visión de la informática ubicua [3] , [4]. El contexto del dominio innovador actual es la aplicación de tecnologías TIC en el campo de la medicina. La tecnología de la información se ha utilizado en el campo de la medicina desde sus inicios. Internet of Things (IoT) ha ampliado aún más el lienzo de aplicación a niveles más intrigantes. El concepto de IoT de una manera muy simplificada ha sido definido por el Grupo de Trabajo RFID de la Plataforma Tecnológica Europea sobre Integración de Sistemas Inteligentes (EPOSS) como “La red mundial de objetos interconectados direccionables de manera única basada en protocolos de comunicación estándar” [5] .

IEEE, después de examinar una amplia gama de agencias gubernamentales, grupos de trabajo de estándares industriales e investigadores académicos, han definido el IoT como "Internet de las Cosas visualiza una red compleja, autoconfigurable y adaptativa que interconecta 'cosas' a Internet mediante el uso de protocolos de comunicación estándar . Las cosas interconectadas tienen representación física o virtual en el mundo digital, capacidad de detección / actuación, una característica de programabilidad y son identificables de forma única. La representación contiene información que incluye la identidad de la cosa, el estado, la ubicación o cualquier otra información comercial, social o privada relevante. Las cosas ofrecen servicios, con o sin intervención humana, a través de la explotación de identificación única, captura de datos y comunicación, y capacidad de actuación.[6] .

Gartner [7] predice para 2020 que el costo de los componentes disminuirá drásticamente y la conectividad será un atributo estándar, incluso para procesadores que cuestan menos de un dólar. IoT alcanzará 26 mil millones de unidades en contraste con PC, tabletas y teléfonos inteligentes solo 7.3 mil millones de unidades. Gartner también predice un 15% para el IoT relacionado con la atención médica del mercado total de $ 1.9 billones para el año 2020. Del mismo modo, Forbes [8] predice que el mercado de IoT en el cuidado de la salud será de $ 117 mil millones para el año 2020.

En la última década ha habido algunos estudios preliminares y algunas implementaciones básicas en el área de 10MT. Tal como [9] ilustra el concepto de telemedicina y da un ejemplo de TeleCardio, un sistema de telemedicina desarrollado en Brasil para realizar cirugías con otros médicos en lugares remotos. [10] enfatizan la importancia de la tecnología de información de salud y los registros médicos electrónicos para brindar eficiencia en el intercambio de información. [11] ha presentado los efectos del microchip implantable con RFID desarrollado por VeriChipTM para la gestión de la relación con el cliente (CRM) en otras palabras, el apoyo a los pacientes. [12] describí el diseño del sistema de información de monitoreo remoto utilizando el concepto de Internet de las cosas y confiando en la tecnología de red inalámbrica de sensores Zigbee.

Actualmente, las implementaciones de IoT se proponen en áreas tales como la vida asistida ambiental (AAL), monitoreo remoto, control de medicamentos, dispositivos de salud personal, sistema de monitoreo de salud ubicuo, soporte para personas mayores y discapacitadas, salud móvil, telesalud y mejora de la calidad de cuidado y seguridad del paciente, etc. En todas estas implementaciones, los componentes arquitectónicos son casi similares. Y al igual que todas las implementaciones de ICT 10MT también sufren las mismas amenazas o incluso mayores en el área de seguridad y privacidad de los usuarios. Por lo tanto, los objetivos de este documento se pueden resumir de la siguiente manera.

* revisa la arquitectura IoT existente en el campo de la medicina.
* Identifique las motivaciones para adoptar IoT en el campo médico.
* Ilustrar sobre los principales impedimentos de seguridad y privacidad en 10MT

El resto del documento está organizado en las siguientes secciones. La sección Arquitectura de 10MT revisa y resume los componentes arquitectónicos de 10MT. La siguiente sección, Metodología de la investigación, brinda los detalles de la técnica adoptada de análisis de contenido de Carley. Seguido de la sección, que muestra los factores motivacionales derivados de esta literatura utilizando la técnica mencionada anteriormente. La siguiente sección da una ilustración de los problemas de seguridad y privacidad en el área de 10MT. Finalmente, el documento concluye con futuras instrucciones para la investigación.

**SECCION II.**

## **Arquitectura IoMT**

Esta sección proporciona la revisión de las arquitecturas existentes para el 10MT en orden casi cronológico. Finalmente, la sección resume los aspectos importantes de la arquitectura de IoMT.

[13] han dividido la arquitectura loT basada en SOA (Arquitectura Orientada a Servicios) en dos componentes Tecnologías de identificación, detección y comunicación, y Middleware. El middleware consiste en la composición del servicio, la gestión del servicio y la abstracción de objetos. Las aplicaciones de usuario funcionan sobre esta arquitectura y se accede a dispositivos heterogéneos a través de la capa de abstracción de objetos.

[14] desarrollaron un prototipo de loT basado en RFID para el servicio de control de medicamentos y lo pusieron a disposición a través del applet de Java. Utilizaron el Número de artículo comercial global en serie (SGTIN-96) del esquema de codificación de 96 bits para el Código de producto electrónico (EPC) para identificar los objetos físicos. Al usar el Servicio de nombres de objetos (ONS), los EPC se traducen en URL y nombres de servicios de los registros NAPTR (puntero de autoridad de denominación) recibidos. Y esto a su vez facilita el acceso a los servicios de salud electrónica. [15] han discutido la aplicación de RFID para la orientación y conocimiento de la ubicación en interiores donde la tecnología GPS (Sistema de posicionamiento global) no puede funcionar, para implementar loT dentro de los hospitales.

[16] definió la arquitectura como cinco capas de percepción, red, middleware, aplicación y capa empresarial. Estas capas son responsables de la detección, la transmisión, la gestión de servicios, la gestión de aplicaciones y la gestión general del sistema de negocios y loT respectivamente. [17] dio ejemplos de implementaciones de loT en el campo médico utilizando tecnología de múltiples agentes y RFID. La tecnología de múltiples agentes brinda soporte para los componentes heterogéneos sueltos, los datos distribuidos y la colaboración de usuarios remotos.

[18] han simulado el uso de diferentes canales de red como HTML, SMS, MMS, Bluetooth y Wi-Fi y varios formatos de datos como CSV, parámetro y valor, XML y XML y SOAP para maximizar la rentabilidad. [19] ha enfatizado la necesidad de un método de acceso a datos ubicuo (UDA-IoT) para hacer frente a la heterogeneidad de los datos loT en el campo médico. Han implementado UDA-IoT en el sistema de soporte de decisiones médicas de emergencia con la ayuda de RESTful (transferencia de estado representativo). RESTful es un modelo orientado a recursos para soportar la interoperación de servicios web para la gestión de recursos web utilizando URI (Identificador Uniforme de Recursos) para recuperar servicios web.

[20] han desarrollado una arquitectura de sistema adaptando el estándar IEEE 11073, que define el estándar de comunicación entre dispositivos de salud personal (PHD), para el Protocolo de aplicación restringida (CoAP), que se basa en el modelo REST (RESTful). Demostraron cómo se puede usar esta nueva arquitectura para conectar la red doméstica utilizando la tecnología Universal Plug and Play (UPnP) e Internet para realizar la visión de salud conectada.

[21] modelo de datos de Ontología propuesto para autenticar el proceso de tratamiento. [22] también desarrolló un sistema de monitoreo de pacientes basado en ontologías. El modelo de datos basado en ontología ayuda a compartir el conocimiento debido a la integración del contexto de datos basado en el razonamiento automatizado para validar la situación contextual.

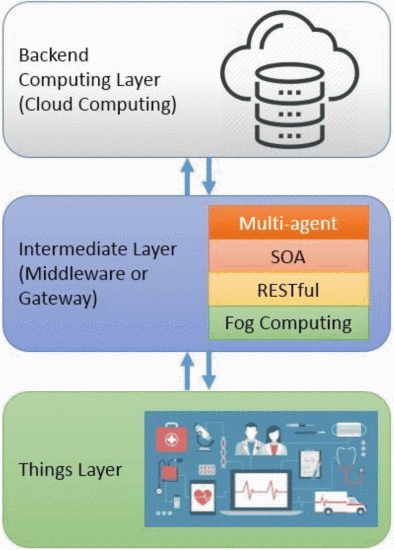
[23] , [24] han propuesto una arquitectura de tres capas del Sistema de Salud utilizando loT, es decir, red de sensores, puerta de enlace y centro de datos en la nube. La puerta de enlace que actúa como intermediario entre los sensores y la capa de nubes es capaz de comunicarse con dispositivos sensores heterogéneos y procesamiento local. Desarrollaron un Smart e-Health Gateway, UT-Gate. El número de estas puertas de enlace se utilizó para formar una capa intermedia como en el concepto de computación de niebla para desarrollar un sistema de puntuación de alerta temprana para monitorear pacientes con enfermedades agudas.

[25] ha realizado una revisión exhaustiva de la literatura sobre la arquitectura de loT desde diferentes perspectivas de dominio. Ha arrojado luz sobre la evolución de un marco tecnológico futurista holístico para acomodar un entorno diverso y heterogéneo de 10 <\*> a partir de una amplia gama de objetos de diferente naturaleza (por lo tanto, \* en lugar de T para las cosas), todos los protocolos de red y modelos de bases de datos avanzadas. Del mismo modo, desarrollo de la pila lo <\*> - as-a-Service (lo <\*> aaS) para configurar aplicaciones avanzadas, actualizar algoritmos de seguridad y soporte multimedia, lenguaje de modelo de sensor (SensorML), sistema operativo loT y abstracción de la capa del actuador.

[26] han desarrollado un sistema de control de acceso distribuido liviano con búsqueda de palabras clave (LDAC-KS) para admitir la gestión segura de datos distribuidos. Propusieron un esquema donde en múltiples entidades en el área de atención médica pueden acceder a los registros cifrados de los pacientes utilizando la infraestructura de la nube sin comprometer la seguridad y la privacidad de los datos.

[27] han introducido la técnica de marcado de agua para asegurar los datos de los signos vitales antes de enviarlos a la nube y clasificarlos usando un clasificador de máquina de vectores de soporte de una clase. Luego, las decisiones de clasificación se envían a los médicos para las acciones necesarias.

El análisis de estas arquitecturas revela que se proponen de dos a cinco capas para abstraer las complejidades de la arquitectura 10MT. En este documento, se supone que la arquitectura de tres capas es ideal y fragmentará lógicamente la arquitectura de 10MT. Estas capas son capas de cosas, capa intermedia y capas de computación de fondo y se explican a continuación y se muestran en la Fig . 1 .

[[](https://ieeexplore.ieee.org/mediastore_new/IEEE/content/media/8362836/8368479/8368495/8368495-fig-1-source-large.gif)](https://ieeexplore.ieee.org/mediastore_new/IEEE/content/media/8362836/8368479/8368495/8368495-fig-1-source-large.gif)

**Figura 1.**

Arquitectura IoMT

[Ver todo](https://ieeexplore.ieee.org/document/8368495/all-figures)

### 1. Capa de cosas

Esto consistirá en objetos físicos reales en el entorno médico, como equipos y dispositivos médicos, dispositivos inteligentes, enfermeras, médicos, medicamentos, pacientes, ambulancias, dispositivos implantados. Todas estas entidades serán capaces de comunicarse a través de la codificación RFID y EPC. Estos objetos heterogéneos se comunicarán a través de diversos protocolos de comunicación con las pasarelas cercanas denominadas como capa intermedia. Serán responsables de enviar entre otra información crítica como los signos vitales.

### 2. Capa intermedia

También se denomina Gateway o middleware, se supone que está entregando la mayor parte del procesamiento y se implementa utilizando tecnologías de computación multiagente, SAO, RESTful o fog. Se supone que esta capa interactúa con los dispositivos heterogéneos que trabajan en protocolos de comunicación heterogéneos HTML, SMS, MMS, Bluetooth y Wi-Fi para interactuar con el rango de objetos físicos presentes en el campo médico. La implementación de seguridad como LDAC-KS y la marca de agua de los datos críticos también será responsabilidad de esta capa.

### 3. Capa de computación back-end

La capa intermedia procesará previamente los datos y los transferirá a los servidores principales ubicados en otro lugar. Estos servidores serán responsables de almacenar una gran cantidad de datos y procesarlos a través de varias aplicaciones para controlar los procesos médicos. Para hacer realidad la visión de la informática de alto rendimiento de 10MT y el análisis de Big Data jugarán un papel importante. Además, la aplicación de protocolos de seguridad complejos también se realizará en esta capa. Por lo tanto, la computación en la nube será una parte integral de las implementaciones de loMT.

Además, algunos otros puntos importantes son que el análisis y el intercambio de conocimientos son una parte integral de 10MT y los esquemas basados ​​en ontología son los que más se están adoptando. Muchas otras áreas aún están abiertas a futuros desarrollos, como el lenguaje de modelo de sensor (SensorML), el sistema operativo loT y la abstracción de la capa del actuador.

**SECCION III.**

## **Metodología de investigación**

Esta investigación utiliza la técnica de análisis de contenido para identificar las motivaciones para la adopción de 10MT. Carley [28] dio ocho pasos para el análisis de contenido. Esta metodología es ampliamente utilizada en muchos campos académicos, incluidos los sistemas de información [29] . Los pasos de Carley adoptados para el estudio actual son los siguientes:

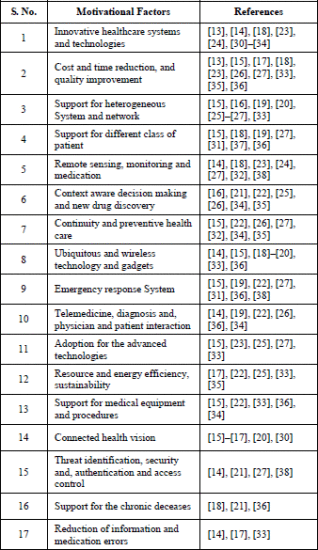
1. Nivel de análisis: en esta investigación, se estudió todo el texto del artículo para identificar las frases relacionadas con la motivación y se ingresó en la hoja de cálculo.
2. Información irrelevante: los textos irrelevantes del material copiado se eliminaron de las celdas.
3. Elección de concepto predefinida o interactiva: un conjunto de conceptos como las motivaciones se identificaron de forma incremental y se ingresaron en diferentes celdas.
4. Nivel de generalización: se identificaron conceptos relevantes explícitos y se ingresaron en las celdas conservando la generalidad de los autores de los artículos.
5. Creación de reglas de traducción: los elementos se estudiaron por la similitud de los conceptos y se fusionaron en grupos utilizando similitudes semánticas y contextuales simples.
6. Nivel de implicación para los conceptos: los conceptos implícitos no se tuvieron en cuenta para mantener todo el proceso simple.
7. Existencia o frecuencia: la frecuencia de los conceptos se utilizó para comprender la importancia relativa de las categorías.
8. Número de conceptos: el número de construcciones se mantuvo pequeño para obtener motivaciones más generales para simplificar la comprensión de los problemas.

**SECCION IV.**

## **Factores motivacionales**

Hay un total de 25 artículos descargados en su mayoría de la búsqueda directa de la ciencia por las palabras clave médica, salud, IoT e internet de las cosas. Se eligieron los artículos más recientes para incorporar los últimos desarrollos en el área. Se aplicó la técnica de análisis de contenido de ocho pasos de Carley mencionada en la sección anterior. Se identificaron y se dieron un total de 17 factores motivacionales en la Tabla I y se ordenaron según el conteo de frecuencias en estos artículos.

**Tabla I.** Factores motivacionales

[[](https://ieeexplore.ieee.org/mediastore_new/IEEE/content/media/8362836/8368479/8368495/8368495-table-1-source-large.gif)](https://ieeexplore.ieee.org/mediastore_new/IEEE/content/media/8362836/8368479/8368495/8368495-table-1-source-large.gif)

### 1. Sistemas y tecnologías sanitarias innovadoras

10MT puede garantizar la salud y la seguridad primero para cada individuo, actúa como un modelo innovador para los sistemas de salud y ayuda al paciente que requiere asistencia médica inmediata en cualquier lugar y en cualquier momento. Los sistemas y tecnologías innovadores pueden incluir la salud electrónica (eHealth), la salud móvil (mHealth), etc. [23] , [30] . AAL basado en IoT es un servicio innovador para ayudar a las personas mayores que viven de forma independiente y puede ser monitoreado de forma remota [23] . Los sistemas de "rehabilitación inteligente" basados ​​en IoT se están convirtiendo en una forma mejorada de eliminar los problemas asociados con el envejecimiento de la población y la falta de profesionales de la salud [31] . Estas tecnologías dan alertas a los cuidadores, enfermeras y médicos [14] , [38].. Hoy en día, estos sistemas y tecnologías de salud están altamente disponibles, son fácilmente accesibles y fáciles de personalizar, rentables a escala [30] .

### 2. Reducción de costos y tiempo, y mejora de la calidad

En el sistema IoT de atención médica, los datos del paciente recopilados de varios sensores se envían a través de redes inalámbricas, estos datos se mueven a través de varias bases de datos distribuidas, nubes, etc. Los registros médicos se enviarán fácilmente a los profesionales de la salud y a los médicos exactos, al tiempo que se reduce el tiempo [26] de rellenos de formularios múltiples, etc. Esto proporciona atención médica de bajo costo [17] [36] y la mejor calidad [13] . Las instalaciones de atención de la salud relacionadas con IoT tienen como objetivo aumentar los recursos proporcionando servicios mejorados, seguros y económicos[27] , [18] soluciones efectivas para individuos con el fin de facilitar una interacción mejorada [35] de calidad entre médicos y pacientes.

### 3. Soporte para sistema heterogéneo y red

El paradigma 10MT proporciona soporte para redes y sistemas heterogéneos y aprendizaje de máquina a máquina (M2M) [16] . Cabe señalar que todos estos se integran fácilmente en la red de información [25] con loT. Esto apoyará a los servicios médicos de emergencia en cualquier entorno de datos heterogéneos distribuidos [19] . Monitorear al paciente desde cualquier lugar en cualquier momento [26] , a través de una multitud de dispositivos [27] será más fácil. Protocolos avanzados como CoAP, IEEE 11073, etc. se utilizan para el modelo de intercambio de datos para la comunicación PHD [20] para las interacciones en los hospitales.

### 4. Apoyo a diferentes clases de pacientes

10MT ofrece conveniencia y mejores soluciones para todas las edades, como IoT para niños pequeños y niños [36] de padres que trabajan y que pueden controlar a sus bebés de forma remota. Además, si los mimos de los bebés están llenos, un sensor dentro de los mimos de los bebés detecta y envía el mensaje al padre indicando que es hora de cambiar [36] . Es muy útil conectar los recursos médicos disponibles y proporcionar atención de calidad al paciente [27] para pacientes de edad avanzada y discapacitados. El servicio de salud inteligente como "rehabilitación médica inteligente a través del servicio 'one stop'" [31] está diseñado para ayudar a controlar la salud y el bienestar de las personas mayores o pacientes con enfermedades crónicas dentro de sus propios hogares. Un dispensador de pastillas automatizado [36]puede usarse para monitorear el uso de medicamentos y envía la información de uso a los cuidadores y profesionales de la salud para el bienestar del paciente [27] .

### 5. Teledetección, monitoreo y medicación

Numerosos dispositivos de atención médica como el rastreador de ejercicios, marcapasos [18] o dispositivos de medición de insulina están conectados a Internet. Los dispositivos de detección inteligente [32] en 10MT detectan todos los datos del paciente de forma remota [18] y se monitorean remotamente [27] , [18] , [24] para el control de medicamentos [14] que se enviarán a los cuidadores, médicos y médicos, y cuando se requiere asistencia de emergencia. El dispositivo puede activar una ambulancia y los profesionales de la salud simultáneamente. Esto apoyará a los pacientes que requieren monitoreo a largo plazo [38] y controlará el bienestar del paciente [14] .

### 6. Toma de decisiones consciente del contexto y descubrimiento de nuevos fármacos

La industria del cuidado de la salud es un campo de crecimiento universal con sus servicios y buena calidad de medicamentos. La IoT en el cuidado de la salud permitió descubrir nuevos medicamentos y tomar decisiones conscientes del contexto basadas en la información detectada sobre los parámetros físicos y ambientales [25] . Sistema de servicio médico de emergencia basado en ontología que toma decisiones para descubrir nuevos medicamentos y mejores tratamientos médicos [21] para los pacientes. Servicios como el embalaje farmacéutico inteligente (iMedPack) está habilitado por RFID y la capacidad de actuación que están habilitados por materiales funcionales, dispositivos de sensores biomédicos flexibles y portátiles (Bio-Patch). Bio-Patch toma la decisión de llamar a médicos remotos, centros de emergencias, hospitales, clínicas de prueba y minoristas de medicamentos de la cadena de suministro [25].

### 7. Continuidad y atención médica preventiva

IoMT como proveedor de atención preventiva y de continuidad permite a los profesionales de la salud acceder a los antecedentes médicos de los pacientes. IoMT con dispositivos interconectados registra y almacena datos de los dispositivos de captura de ECG, facilita el cuidado continuo de los pacientes al grabar la señal de ECG en dispositivos portátiles de grabación de ECG en el hogar o al aire libre, y los envía a teléfonos inteligentes o computadoras de escritorio. Los profesionales de la salud pueden obtener acceso a los datos del ECG desde este directorio sin visitar al paciente [27]. Algunos pacientes necesitan un control constante por parte del médico para analizar su estado y establecer los tratamientos adecuados, loT proporciona continuidad y atención médica preventiva al ejecutar sensores que leen signos vitales como el manguito de presión arterial, glucómetro, monitor de frecuencia cardíaca, incluidos los electrocardiogramas, que permiten a los pacientes tomar sus signos vitales a diario [22] . EMERGE (Monitoreo y Prevención de Emergencias) objetivos en el sistema de servicios médicos de emergencia (EMS) para ayudar a las personas mayores [35] .

### 8. Tecnología y dispositivos ubicuos e inalámbricos

IoMT como un sistema de dispositivos interconectados, diseña una red de comunicación inalámbrica M2M y puede facilitar ampliamente los servicios de atención médica. LoT será la tecnología ideal para conectar dispositivos de salud o fitness, ya que es simple, seguro y ubicuo. Por ejemplo, el médico puede concentrarse en escuchar el corazón mientras el estetoscopio y otros dispositivos hacen el resto del trabajo, enviando la información de forma inalámbrica a una PC, computadora portátil o teléfono móvil, sin costo adicional. También hay monitores de glucosa, pulsioxímetros, monitores de frecuencia cardíaca o del cuerpo y muchos otros dispositivos electrónicos que funcionan de manera similar y transmiten datos sin un intermediario [18] . Un sistema de información basado en IoMT puede usarse para servicios médicos de emergencia con la ayuda de acceso ubicuo a datos [19]. IoT con tecnología RFID, sensores y dispositivos permite un acceso ubicuo y rápido a los registros médicos relacionados y enviar el informe del paciente al médico, enfermera o cuidador.

### 9. Sistema de respuesta a emergencias

Se desarrolló un marco de reconocimiento de voz y rostro basado en la nube para monitorear el estado de un paciente de forma remota, en un sistema basado en IoT, se desarrolla un modelo de datos semánticos para ayudar a la toma de decisiones en situaciones de atención médica de emergencia [27] . El ecosistema IoMT fue desarrollado para enviar servicios de emergencia al paciente cuando sea necesario, y ordenar recargas de farmacia. Permite la transferencia rápida de información del paciente entre las partes interesadas de manera segura, de modo que los datos particulares del paciente estén disponibles solo para un equipo de atención médica autorizado seleccionado [27] . El sistema MloT (IoT médico) se usa para monitorear dispositivos, que rastrean la condición del paciente de forma remota y envía las alertas a los médicos, estas alertas les permiten a los médicos detectar problemas de salud antes e inmediatamente reaccionar ante cualquier emergencia.[38] . IoT for Man down y los sistemas de respuesta de emergencia personal (PERS) [36] se utilizan en la asistencia sanitaria para evitar muertes evitables [27] .

### 10. Telemedicina, diagnóstico e interacción médico-paciente.

La telemedicina es una tecnología médica emergente de IoMT que ayuda a los pacientes a evitar visitas innecesarias al médico o a la sala de emergencias. Ahora es posible que un médico que está a distancia diagnostique a un paciente en cualquier lugar y en cualquier momento. La IoT en el campo médico puede promover la interacción entre el médico y el paciente mediante un monitoreo y diagnóstico efectivo de la enfermedad, incluso si el médico está lejos del paciente [26] . AAL apoya a las personas mayores para facilitar los procesos de telemedicina [14] . La telemedicina con IoMT ayuda a diagnosticar la detección de movimiento y el movimiento corporal del paciente [36] , a cualquier distancia. Con herramientas de diagnóstico digital, el médico puede escuchar el corazón y los pulmones del paciente.

### 11. Adopción de tecnologías avanzadas

La revolución mundial de IoMT adopta tecnologías avanzadas para mejorar la seguridad del paciente y la calidad de la atención. La tecnología de Internet de las cosas se puede utilizar para promover la atención de enfermería básica en el entorno hospitalario, el equipo médico avanzado, los sensores portátiles y los dispositivos implantables tienen un papel importante en la atención de enfermería [33] . IoT utiliza el concepto de etiqueta de identificación por radiofrecuencia (RFID), con este puede colocar la etiqueta dentro de un producto y leerlo sin desempacarlo o incluso implantarlo debajo de la piel de un paciente y leerlo desde afuera, incluso si se está moviendo [15 ]. Otra tecnología, Internet of m-health Things (m-IoT) se proporciona mediante la introducción de aplicaciones de salud basadas en 4G para la detección no invasiva del nivel de glucosa con técnicas avanzadas de evaluación opto-fisiológica y control de la diabetes [25] . IoMT con tecnología avanzada proporciona un enfoque estructurado para mejorar la salud y el bienestar, y también sirve al sector de la salud en términos de beneficios sociales y rentabilidad [23] .

### 12. Recursos y eficiencia energética, sostenibilidad

Gradualmente, la tecnología IoT promueve nuevas aplicaciones dentro de la atención médica y avanza los sensores conectados para diagnosticar, monitorear y administrar eficientemente los recursos y tratamientos para la rehabilitación del paciente. La tecnología RFID es energéticamente eficiente, adaptable y segura en la gestión sanitaria. Las enfermeras usan una Tablet PC para hacer coincidir las etiquetas RFID en las muñecas de los pacientes con información con código de barras en los paquetes de medicamentos [17], esto asegura que cada paciente reciba exactamente la dosis correcta y solo el medicamento que se le ha recetado, esto aumentar su eficiencia de seguimiento de activos y equipos [17]. La utilización efectiva de la tecnología habilitada para IoMT en los sistemas de salud personalizados (PHS) permitirá una atención preventiva más rápida y segura, un costo general más bajo, una mejor atención al paciente y una mayor sostenibilidad [35] . El IoMT proporciona una gestión eficiente de los recursos y la calidad de la atención médica con características de alto potencial como flexibilidad, adaptabilidad, afinidad, reducción de costos y alta velocidad [21] .

### 13. Apoyo para equipos y procedimientos médicos

IoMT está impulsando la próxima generación de atención al paciente, definiendo un nuevo grado de inteligencia operativa al monitorear el equipo para una configuración segura y adecuada para el diagnóstico médico. Se proponen equipos médicos, sensores portátiles y dispositivos implantables para ayudar a la enfermería en los hospitales. 10MT proporciona servicios más completos, puede enviar comentarios al equipo de enfermería y actualizar sus configuraciones automáticamente de acuerdo con los requisitos de pacientes y profesionales [33] . En el quirófano, los médicos deben verificar diferentes informes o radiografías, 10MT proporciona un acceso cercano a los informes que ayuda a los médicos a tomar decisiones preventivas durante la cirugía. 10MT para ayudas de movilidad para el cuidado de la salud incluye scooters, pathfinder para sillas de ruedas y camillas, son menos operarios y actúan [36]. Los equipos electrónicos, como tabletas o teléfonos inteligentes, incluyen un lector RFID que permite un acceso rápido y ubicuo a los registros personales de salud y al control de medicamentos [15] .

### 14. Connected Health Vision

10MT ayuda a realizar una visión de salud conectada utilizando tecnología inalámbrica para proporcionar servicios de salud de forma remota. El objetivo de Connected Health Vision es ampliar los recursos y proporcionar perspectivas mejoradas y flexibles para que los usuarios designen a los médicos con el fin de administrar y brindar atención al paciente fuera de los hospitales en su propio lugar. Una aplicación de 10MT todas las mañanas solicita la lectura de signos vitales y recopila datos del PHD automáticamente. En la visión de salud conectada, los pacientes son los que toman el control de su salud y bienestar [20] . La etiqueta RFID implantada debajo de la piel de un paciente permite a los pacientes de edad avanzada controlar su salud en movilidad, ya sea monitoreando su enfermedad o ayudándoles a controlar la ingesta oportuna y correcta de sus medicamentos [15]. Se desarrolló un proyecto SAPHIRE de sistema multiagente para el monitoreo remoto de la atención médica a través de pautas clínicas informatizadas, para proporcionar apoyo en la toma de decisiones clínicas para el monitoreo remoto de pacientes en sus hogares y en el hospital para reducir la carga de profesionales médicos y también los costos de atención médica [17] .

### 15. Identificación de amenazas, seguridad y, autenticación y control de acceso

10MT es una tecnología emergente, especialmente en la atención médica, nos ayuda a comprender la identificación de amenazas y los riesgos relacionados con la seguridad y privacidad de los datos médicos para la seguridad de los pacientes [21] . Como el sistema 10MT generalmente consta de dispositivos de comunicación inalámbrica y otros subsistemas como WSN, WLAN, bases de datos, Cloud, etc. [38] . En la asistencia sanitaria siempre que se acceda a información personal o privada, deben estar presentes todos los mecanismos de seguridad necesarios, protegiendo el acceso a los datos médicos [14] . 10MT proporciona autenticación y control de acceso cuando los dispositivos y las configuraciones de software o la forma en que los sistemas intermedios procesan los datos pueden cambiar con frecuencia [38]. 10MT ofrece soluciones a las amenazas, incluida la criptografía biométrica y un esquema avanzado de procesamiento de señales, etc. [27] .

### 16. Apoyo a las muertes crónicas

Las enfermedades crónicas como el VIH, el Ébola, la diabetes, el corazón y la presión arterial son notables en la economía mundial y son un problema a nivel social [22] . Para salvar a un paciente con enfermedad crónica, es obligatorio tomar los medicamentos a tiempo, a veces los cuidadores pueden olvidarse de dar los medicamentos a tiempo, si no se monitorean y tratan temprano, pueden terminar con la vida del paciente. 10MT proporciona apoyo para enfermedades crónicas [18] , servicios inteligentes con su tecnología conectada que envía alertas de ayuda médica de emergencia [36] . La monitorización del sueño a través del giroscopio Smartphone, la monitorización remota de signos vitales y la información del sistema de ECG telemédico se pueden rastrear para mejorar la calidad de vida de los pacientes [22] .

### 17. Reducción de errores de información y medicamentos.

En la industria del cuidado de la salud con tecnologías como 10MT, identificación por radiofrecuencia (RFID) y agentes múltiples [17] ; ahora es posible reducir errores de información y errores de medicación. El impacto de esto es evitar errores de medicación inciertos que causan la muerte del paciente. Dosis inadecuadas de medicamentos ponen en riesgo la vida de pacientes ancianos o discapacitados. 10MT admite el seguimiento automático de pacientes con sistemas de detección de caídas y llamadas a enfermeras [33] promueve la reducción de errores en la medicación para la seguridad del paciente. Con la etiqueta RFID, el paciente correcto recibirá la medicación correcta, con las dosis correctas en el momento correcto [14] .

**SECCION V.**

## **Impedimento fundamental: Seguridad y Prnacyin Medical IoT**

En Medical IoT se almacenan una gran cantidad de datos relacionados con la información del paciente, hospitales, profesionales de la salud, personal, también dispositivos y equipos médicos. El almacenamiento de estos datos abrirá una gran cantidad de problemas de privacidad y seguridad. La protección de la información de salud para el cuidado y la seguridad del paciente es una tarea muy importante. La ignorancia de este problema de IoT médico conducirá a un aumento exponencial en la piratería e incluso terminará la vida. 10MT se encuentra con varios desafíos, como el rendimiento, la interoperabilidad, las limitaciones del dispositivo, la seguridad y la privacidad [38] . La mayoría de las comunicaciones son inalámbricas, lo que hace que el espionaje sea extremadamente simple [13]. Las oportunidades potenciales de ataques aumentan con el número de dispositivos de 10MT. Los hospitales son particularmente vulnerables debido al diseño incorrecto de la red. Si bien la transmisión de datos médicos a través de la red necesita seguridad y prevención adecuadas contra interferencias o monitoreo externo [16] . Si los datos no están protegidos, pueden destruirse, modificarse o robarse, y también pueden estar sujetos a otros ataques (por ejemplo, denegación de servicio) [15] . También los gastos generales de los costos de transferencia de datos [18] y los gastos generales de transmisión de la red, que resultan en una larga latencia de transmisión [24] . El procesamiento lento, el manejo de grandes datos, la presencia de demasiados datos heterogéneos y la integridad de los datos son los problemas a resolver [27] .

Ahora, la información de salud del paciente de un día se está volviendo digital y hay una necesidad de acceso móvil a los registros de salud del paciente, el Registro de Salud Electrónico (EHR) se usa siempre que la información de salud se comparta entre diferentes proveedores de salud. Compartir EHR a través de IoT plantea una serie de problemas de privacidad y seguridad, y la recuperación efectiva de datos también es una tarea difícil [26] . Se han informado casos de piratas informáticos que manipulan dispositivos 10MT en hospitales. Esto es extremadamente vulnerable a los ataques, ya que a menudo sus componentes pasan la mayor parte del tiempo desatendidos. Además, la mayoría de los componentes de 10MT se caracterizan por bajas capacidades en términos de energía y recursos informáticos [13] . Los sensores médicos utilizados en la asistencia sanitaria 10MT tienen recursos limitados de ROM, RAM, CPU y energía [24]. Por lo tanto, los problemas de seguridad y privacidad resultaron ser un impedimento importante en la adopción de loT en el área médica. Por lo tanto, debe abordarse desde el comienzo de la adopción de IoT en el campo de la medicina.

**SECCION VI.**

## **Conclusión e investigación futura**

10MT se está adoptando a un ritmo muy rápido y se proyecta que gane una cuota de mercado de tarifas. Esto representa un nuevo paradigma de la tecnología de la información en la industria de la salud que es sensible, autoactivada, inteligente y orientada a Internet. Este artículo ha revisado los modelos arquitectónicos existentes e ilustrado sobre la abstracción de tres capas, como la capa de cosas, la capa intermedia y la capa de computación de fondo. La segunda contribución principal de este documento es la identificación de factores motivacionales para el 10MT utilizando la técnica de análisis de contenido de ocho pasos de Carley. Se identificaron y clasificaron un total de 17 factores motivacionales según el recuento de frecuencia en los 25 artículos de investigación descargados principalmente de la base de datos científica directa. Estos factores motivadores ayudarán a los médicos a tomar decisiones informadas para adoptar 10MT. Por último, el documento ilustra los principales impedimentos, problemas de seguridad y privacidad presentes en el entorno de 10MT. En futuros estudios, estos factores motivacionales se validarán mediante una encuesta.

### RECONOCIMIENTO

Siempre estamos agradecidos con las personas que nos han nutrido a lo largo de nuestra carrera, familiares y amigos por su apoyo moral e instituciones por su apoyo financiero.