# Reference Design for Smart Collaborative Telehealth and Telecare Services Based on IoT Technologies (Diseño de referencia para Smart Health Collaborative Telehealth y servicios de teleasistencia basados ​​en tecnologías IoT)

**Abstracto:**

El desarrollo demográfico muestra el envejecimiento de las sociedades en todo el mundo, lo que lleva a mayores demandas en los sistemas de salud y atención debido a discapacidades relacionadas con la edad, enfermedades crónicas, etc. que puede mejorarse significativamente por los continuos desarrollos tecnológicos en áreas como dispositivos de sensores, Internet de las cosas (IoT), servicios en la nube y análisis de datos. Este documento aborda el potencial de tecnologías emergentes seleccionadas para hacer que los sistemas de eHealth sean más inteligentes, más colaborativos y más eficientes. Como resultado del análisis de las tendencias tecnológicas más prometedoras, se derivan las características de los servicios futuros de telesalud y teleasistencia, se identifican los requisitos y se propone un futuro diseño de referencia de eSalud.

**Publicado en:**[2015 Conferencia Internacional sobre Ciencia Computacional e Inteligencia Computacional (CSCI)](https://ieeexplore.ieee.org/xpl/conhome/7420813/proceeding)

**Fecha de la conferencia:** 7-9 de diciembre de 2015

**Fecha de adición a IEEE *Xplore* :** 03 de marzo de 2016

**Información del ISBN:**

**Número de acceso de INSPEC:** 15824459

**DOI:**[10.1109 / CSCI.2015.135](https://doi.org/10.1109/CSCI.2015.135)

**Editorial:**IEEE

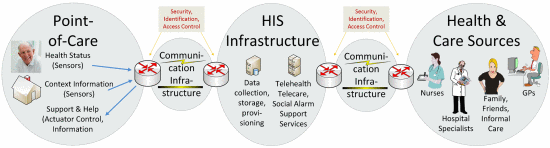
**Lugar de la conferencia:** Las Vegas, NV, EE. UU.

**SECCIÓN I.**

## **Introducción**

En todo el mundo, la población de 60 años o más está creciendo rápidamente [1] , y se espera que aumente de 841 millones de personas en 2013 a aproximadamente 2 mil millones en 2050. Este hecho desafía los sistemas de salud y atención actuales [2] , particularmente debido a pacientes con limitaciones funcionales, discapacidades y con una mayor demanda de atención a largo plazo para enfermedades crónicas relacionadas con una mayor esperanza de vida. Las mayores demandas de atención a largo plazo y la presión económica general para controlar los gastos de atención médica requieren una utilización eficiente de las tecnologías médicas y una mayor colaboración dentro del sector profesional de la atención médica. Además, la participación de la atención informal brindada en el hogar del paciente por familiares, amigos y organizaciones voluntarias debe intensificarse [3], con nuevas alternativas útiles como el apoyo a la atención remota a través de tecnologías de información y comunicación.

Este documento aborda los servicios futuros de telesalud y teleasistencia para una supervisión médica rutinaria inteligente y eficiente de los pacientes dentro de su propio entorno privado, con el objetivo de mejorar la salud y la calidad de vida. Los sistemas emergentes de telesalud y teleasistencia revelan ciertas limitaciones de las tecnologías actuales. Con el fin de superarlos, se describe un camino hacia los futuros servicios integrados y colaborativos de telesalud y teleasistencia, abordando la cooperación de los servicios comerciales de bienestar y bienestar basados ​​en la nube con las infraestructuras de salud pública y atención. Se presenta un diseño de referencia para su realización, con especial atención en las próximas tecnologías de Internet de las cosas (loT), ontologías de datos de redes de sensores semánticos (SSN), inteligencia artificial (Al) y sistemas de soporte de decisiones (DSS). Si bien el enfoque inicial del diseño de referencia está en los servicios profesionales de atención médica, también permitirá involucrar y apoyar fuentes informales no profesionales de atención a largo plazo. Una visión general de alto nivel del sistema de referencia para los servicios discutidos se ilustra enFig. 1 , que consta de tres dominios principales del sistema (consulte la Tabla I ) con componentes de una variedad de partes interesadas de eHealth.

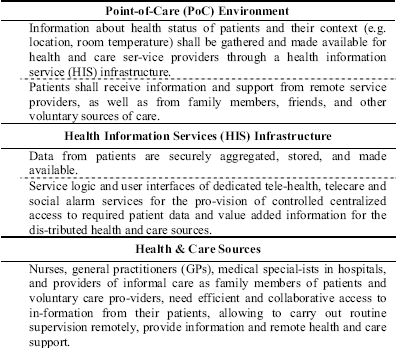
[[](https://ieeexplore.ieee.org/mediastore_new/IEEE/content/media/7420813/7424045/7424204/7424204-fig-1-source-large.gif)](https://ieeexplore.ieee.org/mediastore_new/IEEE/content/media/7420813/7424045/7424204/7424204-fig-1-source-large.gif)

**Figura 1.**

Sistema de referencia para servicios de telesalud y teleasistencia

[Ver todo](https://ieeexplore.ieee.org/document/7424204/all-figures)

**Tabla I.** Dominios del sistema de referencia de telesalud y teleasistencia

[[](https://ieeexplore.ieee.org/mediastore_new/IEEE/content/media/7420813/7424045/7424204/7424204-table-1-source-large.gif)](https://ieeexplore.ieee.org/mediastore_new/IEEE/content/media/7420813/7424045/7424204/7424204-table-1-source-large.gif)

**SECCION II.**

## **Tendencias tecnológicas**

En esta sección, se ofrece una visión general de las tendencias tecnológicas que tienen el potencial de fortalecer las características y capacidades de los servicios de telesalud y teleasistencia futuros.

Como lo indican las tendencias sociológicas, las sociedades que envejecen demandan soluciones más flexibles, eficientes e inteligentes para los servicios de telesalud y teleasistencia. Las soluciones y servicios actuales no proporcionan suficientemente una serie de características de servicio requeridas, o tienen limitaciones significativas. Las tendencias en las siguientes áreas tecnológicas muestran un alto potencial para fortalecer la base tecnológica para servicios futuros.

### A. Internet de las cosas (iot); Sensores inteligentes;

*Comunicación de máquina a máquina (M2M)*

* Paradigma para la integración de varias tecnologías y soluciones de comunicación: identificación por radiofrecuencia (RFID) y tecnologías de seguimiento, redes de sensores y actuadores con cable e inalámbricos, protocolos de comunicación mejorados (compartidos con Internet de próxima generación) e inteligencia distribuida para objetos inteligentes [4] , en particular para el dominio de la aplicación sanitaria.
* Sensores inteligentes: transición de objetos que alguna vez fueron inertes a dispositivos inteligentes integrados cargados de sensores, analizando y extrayendo sus datos en bruto para obtener información abstracta y más valiosa, conectándose a Internet a través de redes de acceso heterogéneas y comunicándose directamente con otros componentes del sistema (M2M) [5] .

### B. Ontologías y redes de sensores semánticos (ssn)

* SSN ontología [6] : diseñado para describir sensores y observaciones de sensores; aplicado para lograr una forma estándar de representar los datos del sensor y para soportar un razonamiento extenso junto con los metadatos suministrados.

### C. Tecnologías de la nube; Big Data Inteligencia artificial (ai); Sistemas de Apoyo a la Decisión (DSS); Aprendizaje automático; SOA

* La adopción de registros de salud electrónicos (EHR) en entornos clínicos genera conjuntos de datos masivos ("Big Data"), ampliando la capacidad para generar nuevos conocimientos, ayudando a la difusión del conocimiento y permitiendo una transformación de la atención médica al entregar información directamente a los pacientes [7 ] .
* Los esfuerzos de investigación y las inversiones de desarrollo en inteligencia artificial y aprendizaje automático han creado una amplia base de conocimientos teóricos y potentes plataformas informáticas comerciales de inteligencia artificial como, por ejemplo, Watson de IBM [8] , enfocadas en particular en el potencial para la atención médica.

**SECCION III.**

## **Posición**

Como se discutió en secciones anteriores, la creciente demanda de soporte tecnológico para la atención domiciliaria a largo plazo con soluciones inteligentes y eficientes de telesalud y teleasistencia no puede satisfacerse completamente con las soluciones actuales. La utilización de tecnologías emergentes aumentará las capacidades técnicas y potenciales para desarrollar soluciones en el futuro que puedan abordar las necesidades de todos los grupos de usuarios involucrados. A continuación, se describen las características principales y el marco de requisitos técnicos de los servicios que superan las limitaciones actuales y se espera que se introduzcan en un futuro próximo. Finalmente, se propone una arquitectura de sistema de referencia para la realización de los servicios previstos.

### A. Futuros servicios de telesalud y teleasistencia

**Características de servicio** Los pacientes están equipados con sensores imperceptibles portátiles o implantados, que proporcionan información sobre su condición médica. Los pacientes están rodeados o equipados con actuadores, controlados de forma remota por enfermeras y médicos o apoyados por un sistema de IA con un nivel configurable de auto-nominación. De este modo, influyen positivamente en la condición médica de los pacientes o brindan otro tipo de apoyo in situ (por ejemplo, dispensador de medicamentos, robot de primeros auxilios, marcapasos cardíaco, dispensador de insulina, control de la respiración, ...). Los pacientes y los profesionales médicos no se limitan a proveedores o productos específicos, sino que pueden seleccionar entre una gama de productos certificados y basados ​​en estándares de acuerdo con los requisitos de asistencia médica individuales. Los pacientes no tienen que identificarse activamente y autenticarse con nombres de usuario, contraseñas, PIN, etc. Los dispositivos en el PoC brindan asesoramiento autónomo a los pacientes en función de los datos de sensores médicos específicos (en particular, cuando los dispositivos pierden la conexión con HIS). Los pacientes no están a cargo de actualizar el estado de los dispositivos sensores y actuadores (p. Ej., Carga inalámbrica, PV). Los consejos e información para los pacientes se presentan de una manera fácil de usar y adaptada a la accesibilidad (por ejemplo, dispositivos de pantalla táctil, comunicación de voz, reconocimiento de gestos). Los pacientes están motivados para hacer ejercicio físico para una rehabilitación mejorada y atención a largo plazo al compartir datos con familiares y proveedores de atención informal a través de las redes sociales. La información de PoC (p. Ej., Datos médicos / de salud, cuestionarios, alarmas) se transmite de manera segura en tiempo real a los sistemas de información de salud. Servicios de telesalud, teleasistencia y comunicación social (por ejemplo, alarmas,

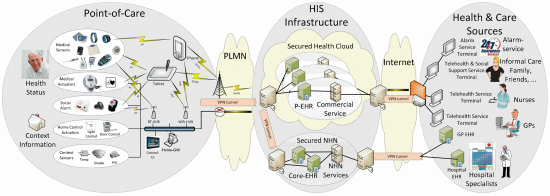
Los siguientes dominios de requisitos técnicos deben considerarse en el diseño e implementación de los servicios futuros de telesalud y teleasistencia y sus componentes de infraestructura de soporte. **Marco de requisitos***Flexibilidad / integración, capacidad de ampliación, escalabilidad* Una solución de atención médica debe ser capaz de manejar el crecimiento esperado en número de pacientes, servicios y dispositivos. *Seguridad y privacidad, autenticación, control de acceso* La solución debe ser confiable y permitir la implementación de políticas y reglas de seguridad complejas y distribuidas. *La* solución de *interoperabilidad e interfuncionamiento* permitirá interacciones con otros dominios de servicios nacionales e internacionales. *Usabilidad (pacientes, profesionales médicos, atención informal)* La relevancia para el usuario final y el manejo intuitivo aumentarán la aceptación del usuario y el manejo sin errores. *La fiabilidad, robustez, disponibilidad,* vida y salud requieren una solución con alta confiabilidad y bajo riesgo de falla. De la gente

### B. Diseño de referencia futura

El diseño de referencia propuesto aborda el escenario para los servicios de salud en 2020–2030, y considera la utilización de tecnologías emergentes seleccionadas. En la Fig. 2 se ilustra una descripción general de la arquitectura del sistema subyacente , que contiene los componentes principales involucrados en el diseño de los servicios futuros.

#### 1) Punto de atención

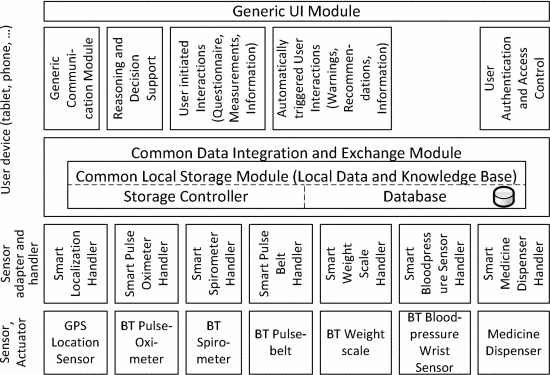
El componente central del entorno de Punto de Atención (PoC) es el dispositivo del paciente, que lleva a cabo la lógica de interacción del usuario y proporciona la IU gráfica para el paciente, se encarga de la comunicación con sensores y actuadores en el entorno de PoC, y sirve como puerta de enlace de comunicación con la infraestructura de HIS. La arquitectura funcional propuesta del dispositivo PoC se muestra en la Fig. 3. Los sensores para el estado de salud de los pacientes y la información de contexto del PoC, así como los actuadores para el apoyo de la atención y el control en el hogar están conectados a través de adaptadores y manejadores de sensores inteligentes específicos del dispositivo. Estos módulos de software admiten los protocolos de conectividad y comunicación aplicables, pueden evaluar los datos del sensor (por ejemplo, mediante un razonamiento basado en reglas) para activar ciertos eventos o producir información de valor agregado, y pueden agregarse al software del dispositivo PoC a pedido. Los adaptadores y manejadores de sensores envían los datos y la información de valor agregado al módulo común de integración e intercambio de datos (CDIEM). La base de datos subyacente se basa en el estándar de ontología de red de sensores semánticos (SSN) del Consorcio World Wide Web (W3C) [6], que permite una evaluación inteligente y un razonamiento basado en la semántica de datos, y una extensión flexible de la base de datos con respecto a los nuevos parámetros del sensor o actuador. El CDIEM también proporciona un intercambio de datos basado en notificación de suscripción: cualquier módulo de software que lleve a cabo una lógica funcional específica se suscribe a los nuevos datos necesarios (utilizando la semántica de datos) y retroalimenta los resultados de su operación en el CDIEM. La capa de módulos de software para funcionalidades específicas y casos de uso incluye un módulo de comunicación genérico para el intercambio de datos con la Infraestructura HIS a través de un enlace VPN, un módulo de autenticación de usuario y control de acceso, y varios módulos para casos de uso de interacción del usuario. Además del módulo de almacenamiento de datos, el soporte de razonamiento y decisión es otro componente central del software del dispositivo PoC. Esto proporciona una lógica de evaluación compleja que involucra cualquiera de los datos e información disponibles en el almacenamiento local, y puede desencadenar eventos como notificaciones de alarma a fuentes de atención remota (a través del CDIEM y el módulo de comunicación), y puede apoyar de forma autónoma al paciente a través del CDIEM y Información de usuario dedicada y módulos de interacción. Mediante el uso de la tecnología de ontología, las observaciones del sensor junto con otra información del historial del paciente (p. Ej., Diagnóstico) hacen posible el razonamiento basado en reglas y el aprendizaje automático. Además, el uso de ontologías mejorará la interoperabilidad semántica y la integración. Un módulo de interfaz de usuario genérico proporciona los medios para realizar todas las interacciones del usuario a través de la interfaz de usuario del servicio de forma flexible y modular. y puede desencadenar eventos como notificaciones de alarma a fuentes de atención remota (a través del CDIEM y el módulo de comunicación), y puede apoyar de forma autónoma al paciente a través del CDIEM y módulos de interacción e información para el usuario dedicados. Mediante el uso de la tecnología de ontología, las observaciones del sensor junto con otra información del historial del paciente (p. Ej., Diagnóstico) hacen posible el razonamiento basado en reglas y el aprendizaje automático. Además, el uso de ontologías mejorará la interoperabilidad semántica y la integración. Un módulo de interfaz de usuario genérico proporciona los medios para realizar todas las interacciones del usuario a través de la interfaz de usuario del servicio de forma flexible y modular. y puede desencadenar eventos como notificaciones de alarma a fuentes de atención remota (a través del CDIEM y el módulo de comunicación), y puede apoyar de forma autónoma al paciente a través del CDIEM y módulos de interacción e información para el usuario dedicados. Mediante el uso de la tecnología de ontología, las observaciones del sensor junto con otra información del historial del paciente (p. Ej., Diagnóstico) hacen posible el razonamiento basado en reglas y el aprendizaje automático. Además, el uso de ontologías mejorará la interoperabilidad semántica y la integración. Un módulo de interfaz de usuario genérico proporciona los medios para realizar todas las interacciones del usuario a través de la interfaz de usuario del servicio de forma flexible y modular. Las observaciones del sensor junto con otra información del historial del paciente (p. ej., diagnóstico) hacen posible el razonamiento basado en reglas y el aprendizaje automático. Además, el uso de ontologías mejorará la interoperabilidad semántica y la integración. Un módulo de interfaz de usuario genérico proporciona los medios para realizar todas las interacciones del usuario a través de la interfaz de usuario del servicio de forma flexible y modular. Las observaciones del sensor junto con otra información del historial del paciente (p. ej., diagnóstico) hacen posible el razonamiento basado en reglas y el aprendizaje automático. Además, el uso de ontologías mejorará la interoperabilidad semántica y la integración. Un módulo de interfaz de usuario genérico proporciona los medios para realizar todas las interacciones del usuario a través de la interfaz de usuario del servicio de forma flexible y modular.

[[](https://ieeexplore.ieee.org/mediastore_new/IEEE/content/media/7420813/7424045/7424204/7424204-fig-2-source-large.gif)](https://ieeexplore.ieee.org/mediastore_new/IEEE/content/media/7420813/7424045/7424204/7424204-fig-2-source-large.gif)

**Figura 2.**

Arquitectura del sistema para futuros servicios de telesalud y teleasistencia

[Ver todo](https://ieeexplore.ieee.org/document/7424204/all-figures)

[[](https://ieeexplore.ieee.org/mediastore_new/IEEE/content/media/7420813/7424045/7424204/7424204-fig-3-source-large.gif)](https://ieeexplore.ieee.org/mediastore_new/IEEE/content/media/7420813/7424045/7424204/7424204-fig-3-source-large.gif)

**Fig. 3.**

Descripción general de la arquitectura de software del dispositivo poc

[Ver todo](https://ieeexplore.ieee.org/document/7424204/all-figures)

#### 2) Infraestructura de Servicios de Información de Salud (his)

Además de la infraestructura segura de la Red Nacional de Salud (NHN), que contiene los sistemas y servicios Core-Ehr para el sector de la salud pública (como en particular, para el acceso e intercambio de EHR), la futura infraestructura HIS propuesta se extiende con una Nube de Salud Asegurada . Basado en una infraestructura de TI común que usa tecnologías en la nube, una multitud de servicios pueden ser alojados y facilitados por sistemas dedicados P-EHR. Los servicios son operados por proveedores de servicios comerciales como, por ejemplo, soporte de alarmas sociales, proveedores de teleasistencia y vendedores comerciales de gadgets y servicios para la gestión en línea de información de salud y estado físico. Los servicios públicos de NHN pueden utilizar los datos de cualquier P-EHR que se originen en cualquier PoC a través de un acceso seguro (autenticado y autorizado), ampliar los datos de salud y contexto disponibles en Core-Ehr con información adicional de salud y contexto. Además, cada proveedor de servicios en la nube de salud segura utiliza los datos P - EHR de "sus" pacientes y clientes para sus servicios individuales.

#### 3) Fuentes de salud y cuidado

Un aspecto central de la nube de salud segura propuesta es un marco de seguridad común: las fuentes de atención médica y de salud (como los proveedores de servicios de alarma social y atención informal, enfermeras, pero también médicos de cabecera y especialistas hospitalarios) pueden utilizar de manera segura los servicios de telesalud y teleasistencia proporcionados ( posiblemente como portales de información basados ​​en la Web) en la nube de salud protegida a través de un sistema común de autenticación y autorización, lo que permite una colaboración segura y flexible. Las fuentes de salud pública como médicos de cabecera y personal del hospital pueden acceder de forma segura a los datos de EHR desde los sistemas Core-EHR en la NHN, y directamente desde diferentes sistemas P-EHR en la nube de salud segura a través de un enlace cifrado y el control de acceso común.

**SECCION IV.**

## **Discusión**

Las fortalezas del diseño de referencia propuesto para futuros servicios de telesalud y teleasistencia son múltiples. La arquitectura SW modular permite integrar de manera flexible nuevos dispositivos de sensores y actuadores a través de módulos de manejo dedicados, que admiten tecnologías de comunicación específicas y admiten inteligencia en el nivel del sensor ("SmartSensors"). El intercambio de datos basado en eventos (suscripción, publicación, notificación) en la parte superior de un almacenamiento de datos central admite la integración de módulos de software para nuevos casos de uso y funcionalidades. Además, un componente de razonamiento y soporte de decisiones que opera directamente sobre el almacenamiento central de datos permite tareas de evaluación complejas de los datos de salud y contexto de los pacientes, lo que lleva, por ejemplo, a notificaciones rápidas de emergencia y soporte autónomo del paciente.

La interconexión segura de los dos dominios de HIS: "NHN seguro" para el sistema de salud pública y "Nube de salud segura" para proveedores de servicios comerciales, es la base para hacer que los datos de la PoC de los pacientes estén disponibles para servicios de salud pública más eficientes. de forma segura y protectora de la privacidad, al tiempo que se garantiza una colaboración más estrecha entre todas las fuentes de salud y atención. El cumplimiento de los estándares correctos por los sistemas P - EHR (como Continua Health Alliance, HL7 y CEN / ISO EN13606) será clave para permitir el intercambio de datos descrito.

**SECCION V.**

## **Conclusión y perspectivas**

El diseño de referencia propuesto muestra cómo las tecnologías emergentes pueden ayudar a impulsar el desarrollo de las infraestructuras de servicios de salud electrónica y los servicios futuros de telesalud y teleasistencia que los utilizan. El desarrollo de un sistema prototipo de prueba de concepto (en curso para finales de 2015) incluye una elaboración más detallada del sistema de seguridad para la nube de salud asegurada, así como detalles de los estándares a considerar para los sistemas P-EHR y su accesibilidad Llevar el prototipo un paso más allá hacia un sistema de prueba permitirá realizar investigaciones sobre la aceptación social y la usabilidad de los servicios de telesalud futuros descritos, y más detalles tecnológicos de la infraestructura futura.