

PROPUESTA DE SISTEMA DE COMUNICACIÓN IoT PARA EQUIPO BIOMÉDICO DE MONITOREO DE SIGNOS VITALES

Manuel de Jesús Gámez López

Docente Investigador y Docente de la Carrera de Sistemas Informáticos. Escuela Especializada en Ingeniería ITCA-FEPADE, Centro Regional MEGATEC Zacatecoluca. Correo electrónico: manuel.gamez@itca.edu.sv

Oscar Armando Sánchez Santos

Docente Coinvestigador y Docente de la carrera de Sistemas Informáticos. Escuela Especializada en Ingeniería ITCA-FEPADE, Centro Regional MEGATEC Zacatecoluca. Correo electrónico: oscar.sanchez@itca.edu.sv

Recibido: 23/04/2019 - Aceptado: 16/08/2021

Resumen

El presente artículo describe la propuesta de diseño de un sistema multiplataforma que busca la integración e interoperabilidad de un sistema de comunicación, entre las diferentes herramientas informáticas de una central hospitalaria de monitoreo de signos vitales, una plataforma informática en ambiente Web y una App Android, propuesta desarrollada por docentes la carrera de Sistemas Informáticos del Centro Regional MEGATEC Zacatecoluca, de la Escuela Especializada en Ingeniería ITCA-FEPADE. El proyecto permitirá una gestión automatizada de toda la data procesada por los diferentes monitores especializados, sin importar la geolocalización, logrando con ello escalar el nivel de monitoreo de los signos vitales de pacientes en tiempo real. Así también, la propuesta incorporará un sistema de notificaciones vía correo electrónico y mensajes de texto SMS ante la detección de una variable o signo vital fuera de los rangos establecidos o seteados por el especialista. En los centros hospitalarios se cuenta con equipo biomédico especializado que carece de dichas funcionalidades, esto implica que el especialista responsable tiene que estar frente al monitor observando las mediciones o lecturas que se presentan en el paciente en ese momento. El proyecto persigue de una forma innovadora y multiplataforma, disponer de lecturas en tiempo real de los signos vitales y alertas oportunas de los pacientes en diferentes dispositivos móviles.

Palabras clave

Tecnología médica, equipos de cuidados de la salud, telemedicina, Internet de las Cosas (IoT), transformación digital, atención de salud.

IoT COMMUNICATION SYSTEM PROPOSAL FOR BIOMEDICAL VITAL SIGNS MONITORING EQUIPMENT

Abstract

This article describes the proposal for the design of a multiplatform system that seeks the integration and interoperability of a communication system, between the different computer tools of a hospital unit for monitoring vital signs, a computer platform in a Web environment and an Android App. This proposal was developed by teachers of the Informatic Systems technical career, Centro Regional MEGATEC Zacatecoluca, Escuela Especializada en Ingeniería ITCA-FEPADE. The project will allow an automated management of all the data processed by the different specialized monitors, regardless of the geolocation, achieving the level of monitoring of the vital signs of patients in real time. On the other hand, the proposal incorporates a notification system via e-mail and SMS when a variable or vital sign is outside of the established or set ranges by the specialist. Hospital centers have specialized biomedical equipment that lacks these functionalities, implying that the responsible specialist has to be in front of the monitor observing the measurements or readings of the patient presented at that moment. The project pursues in an innovative and multiplatform way, to have real-time readings of vital signs and timely alerts from patients on different mobile devices.

Keyword

Medical technology, healthcare equipment, telemedicine, Internet of Things (IoT), digital transformation, healthcare.

Introducción

La presente propuesta de diseño busca la interoperabilidad de datos en salud, por medio de la integración de un sistema de comunicación a equipos biomédicos especializados, utilizando las Tecnologías de la Información e Internet de las Cosas. Estos equipos están siendo utilizados actualmente en los centros hospitalarios públicos a nivel nacional, para la medición de signos vitales con el objetivo de brindar una atención médica a pacientes con padecimientos que necesitan de una constante supervisión y vigilancia. En los centros hospitalarios nacionales se cuenta con equipo biomédico especializado, que carece de comunicación en tiempo real con dispositivos móviles. Por tal motivo, es importante desarrollar un sistema de comunicación innovador a fin de asegurar un constante y responsable proceso de monitoreo y supervisión de los estados o eventos clínicos de pacientes en cualquier instante y desde cualquier geolocalización.

Un sistema de monitoreo, implica la “recolección sistemática de la información de los eventos clínicos que ocurren en pacientes”.

La buena atención a los pacientes en los centros hospitalarios y principalmente en cuidados intensivos es esencial, para su recuperación y para garantizar el éxito en los tratamientos y toma de decisiones a emplear los especialistas. En este sentido, los equipos médicos deben cumplir una función esencial, aprovechando que sus características pueden brindar diversas facilidades, tanto para los pacientes, como para los profesionales de la salud.

Tener equipos portátiles que permitan la atención del paciente sin que este deba movilizarse de su cama, o la posibilidad de contar con alta y avanzada tecnología médica para garantizar diagnósticos más confiables y atención oportuna, son importantes para brindar una mejor calidad de vida a los pacientes en unidades de cuidados intensivos.

En tal sentido, el contar con un potente sistema de monitoreo constante de signos vitales en tiempo real y en cualquier lugar, podría proporcionar a los especialistas la información necesaria para atender en forma oportuna a sus pacientes con diagnóstico complicado.

Metodología de la Investigación

El diseño del sistema se desarrolló como una investigación aplicada, partiendo de la problemática antes descrita en los centros hospitalarios públicos de El Salvador, quedando en estudio y validación la fase de implementación en un centro de salud.

El auge de las tecnologías basadas en el concepto del Internet de las Cosas IoT (Internet of Things) [1], ofrece diversidad de uso y uno de estos es el hecho de mejorar el servicio de atención médica, con el objetivo de optimizar el acceso a la información clínica de pacientes y poder prevenir complicaciones y estados críticos de salud y salvar vidas.

Al poder recopilar datos de dispositivos especializados, y con ello consultar información de pacientes y realizar diagnósticos en tiempo real, desde cualquier ubicación por parte de un especialista o un sistema inteligente Big Data [2], puede mejorar la calidad del actual servicio brindado por el sistema de atención de salud en el país.

Las Tecnologías en Salud (TS) son todos los equipos y dispositivos biomédicos y quirúrgicos usados en la atención médica; esto incluye medicamentos, sistemas de soporte de la organización, como los de información y al mismo tiempo procedimientos médico – quirúrgicos.

Los equipos biomédicos se han convertido en una poderosa herramienta para resolver diversos problemas de la salud humana, mejorando las posibilidades de diagnosticar y tratar más enfermedades, sin embargo, la incorporación de estas tecnologías implica una gran responsabilidad por parte de las Instituciones de Salud (IS) debido a los diferentes riesgos que impactan a los pacientes y usuarios, situación que eleva los índices de eventos adversos.

Internet de las Cosas (IoT) es un concepto que se refiere a la interconexión digital de objetos cotidianos utilizando Internet.

IoT es una red de objetos digitalizados y dotados con características particulares de cómputo, comunicación y sensorial, que están interconectados a la nube a través de Internet y entre ellos, realizando una tarea específica en el proceso, proporcionando información de interés al centro de datos, la cual normalmente es enviada y recibida en tiempo real para la toma de decisiones y acciones oportunas por humanos o por un sistema M2M (Machine to Machine).

Resultados

Entre los resultados más destacados de la propuesta del sistema de comunicación están:

- ◆ Desarrollo y descripción de los componentes del diseño para el sistema de comunicación y monitoreo, diagrama de bloques.
- ◆ Diseño del sistema de comunicación para su integración e interoperabilidad con las herramientas informáticas

de la central de monitoreo y las nuevas herramientas, Plataforma Web y App Android.

- ♦ Web Service base para las pruebas de comunicación.

Diseño del sistema de interoperabilidad entre plataformas heterogéneas, aplicado a una central de monitoreo de signos vitales

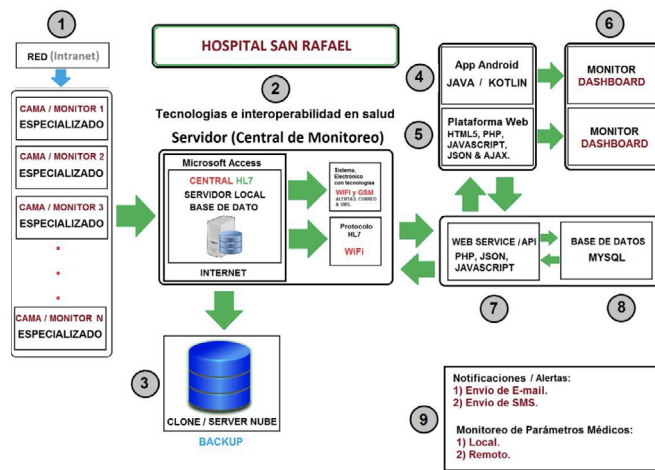


Fig. 1. Diagrama de bloques del sistema, diseño base.

Descripción de los bloques del diseño base del sistema

1. Red LAN

Esta red es la que permitirá a cada estación de monitoreo interconectarse con el servidor para enviar la data procesada de cada paciente a la base de datos en dicho servidor. Este componente ya es parte de la central de monitoreo.

2. Servidor

Este ordenador es el que contiene principalmente dos componentes claves para el monitoreo.

- ▶ La pantalla y dashboard donde se visualiza la información de signos vitales de cada paciente, en definitiva, es la central de monitoreo.
- ▶ La base de datos donde se almacena toda la información de registros clínicos de los pacientes. Este componente es parte de la central de monitoreo.

3. Base de datos de la Central de Monitoreo

Esta base de datos será donde se van a interconectar las demás herramientas informáticas, para el monitoreo a distancia de la información contenida en la misma. Es decir, la plataforma Web y App por medio de la API o Web

Service, uso de dispositivos inteligentes y conectividad a Internet. Este componente es parte de la central de monitoreo.

4. Aplicación Android - App

Esta aplicación se ejecutará bajo un Smartphone o Tablet con sistema operativo Android, la cual cumplirá con la función de monitorear los datos clínicos de pacientes desde cualquier geo-localización.

5. Plataforma Web

Esta aplicación se ejecutará en un navegador web desde cualquier dispositivo inteligente con acceso a Internet, la cual cumplirá con la función de monitorear los datos clínicos de pacientes desde cualquier geolocalización; su visualización será por medio del uso de dashboard.

6. Dashboard.

El Dashboard es una herramienta de gestión de información que monitoriza, analiza y muestra de manera visual los indicadores clave de un conjunto de datos, recopila datos de diferentes fuentes en un solo sitio y los presenta de manera digerible para que lo más importante se visualice. Este componente será diseñado e implementado en la aplicación móvil o App y la aplicación ambiente web para dispositivos inteligentes. Tiene el objetivo de facilitar la interpretación de los datos clínicos de un paciente al usuario final.

7. Web Servi-ce/API

Este componente o bloque del sistema es el que sirve de puente o intermediario en la comunicación que se dará entre las aplicaciones heterogéneas, permitiendo así, la interoperabilidad de los datos. Es en este componente o bloque donde se aplica el estándar HL7 en la comunicación del sistema. Este componente o bloque se puede construir con diversidad de lenguajes de programación, tales como ASP.NET (C# o VB), JAVA JSP, PHP, entre otros.

8. Base de datos MySQL

Esta base de datos se pensó como un respaldo en la nube para el acceso y monitoreo a distancia de la información, que se alberga originalmente en la base de datos con la que trabaja la central de monitoreo. La información de respaldo de la información de la base de datos original, clone, se almacenará en un servidor o hosting en la nube, logrando con ello que las demás herramientas informáticas del sistema se puedan interconectar a esta segunda base de datos, como backup del sistema.

9. Notificaciones

Dentro del marco de las funciones consideradas para integrar al sistema de comunicación, se tiene el tema de

las alertas del sistema. Se han considerado dos tipos de alertas para tal fin, estas son: vía correo electrónico y SMS utilizando la red WiFi y GSM respectivamente.

Las alertas serán generadas o activadas, justo en el instante en que una variable médica está por debajo o por encima de un valor ya establecido previamente por un especialista. Componente a desarrollar para su integración con el sistema.

Conclusiones

- » El uso y aplicación del estándar HL7 y los demás componentes considerados como necesarios y descritos anteriormente en este trabajo de diseño, podrá permitir al centro hospitalario contar con un sistema de comunicaciones innovador, novedoso, eficiente y seguro para la supervisión y monitoreo de pacientes, además, de una mejor organización y manejo de toda la información relacionada a la atención médica en la Institución de Salud (IS).
- » Actualmente existen distintos sistemas para la medición de signos vitales de manera remota en diferentes países del mundo y la región, pero en los centros hospitalarios públicos de El Salvador no los hay. Por tanto, con esta investigación se busca brindar a la sociedad salvadoreña un sistema automatizado y eficiente para optimizar dichos procesos de monitoreo de signos vitales en pacientes y supervisión en tiempo real.
- » Este sistema podría implementarse en un centro hospitalario público y promoverlo a nivel nacional. Mejorando el monitoreo y supervisión de signos vitales sin ser necesaria la presencia física del personal médico especialista.
- » Para el manejo y acceso a la información clínica de pacientes con dispositivos especializados, se vuelve necesario utilizar estándares definidos para tales propósitos, brindando mayor seguridad y confianza en el sistema de comunicación. En tal sentido, fue necesario un estudio aplicado sobre el estándar HL7, sus prestaciones, aplicaciones, formas de uso y evoluciones.
- » Los avances y adopción de la tecnología en la sociedad en general, permitirán que diversidad de sectores sean transformados, pasando de la forma clásica o cotidiana

de realizar o llevar sus operaciones a convertirlos en espacios sofisticados y modernos que permitirán brindar una experiencia novedosa, incursionando al globalizado mundo de la transformación digital.

Recomendaciones

1. De las diferentes evoluciones del estándar HL7 y las nuevas versiones para gestión de los datos clínicos, desde los equipos especializados hacia otros dispositivos, se recomienda experimentar con FHIR Fast Healthcare Interoperability Resources / Recursos Rápidos de Interoperabilidad en Salud, ya que, gracias a sus prestaciones de funcionalidad brinda a desarrolladores, diversidad de alternativas para lograr la interoperabilidad en la comunicación con todos los elementos del sistema.
2. El servidor de la central de monitoreo debe permanecer encendido y con conectividad a Internet 24/7 para garantizar una comunicación óptima del sistema.
3. En un futuro es recomendable integrar sistemas de alta precisión, sin contacto físico, que utiliza una cámara de vídeo para monitorizar los signos vitales de los pacientes con sólo mirar sus rostros. Este tipo de sistemas permitirá a los médicos diagnosticar pacientes a distancia con especial atención a aquellos con bajos recursos económicos.
4. Es importante adoptar las nuevas tecnologías en los procesos cotidianos del sector salud pública para optimizar y hacer eficientes las actividades y el acceso a la información a fin de tomar decisiones oportunas.

Referencias

- [1] M. López i Seuba, Internet de las Cosas: la transformación digital de la sociedad. España: Ra-Ma, 2019.
- [2] G. Acevedo-García y D. R. Reyes-Ruiz, "Propuesta de un modelo de referencia basado en Internet de Las Cosas para diseñar soluciones utilizando tecnologías de la información y comunicaciones" en XX Congreso Internacional de Contaduría, Administración e Informática", México D.F., 2015, 20 p. [En línea]. Doi: <http://132.248.164.227/congreso/docs/xx/docs/14.02.pdf>