

Propuesta de Diseño e Implementación de Arquitecturas IoT para el Monitoreo Remoto de Pacientes

Carlos Torres

Salvador Nuñez

Raul Montiel

UTN FRRe CInATIC

UTN FRRe CInATIC

UTN FRRe CInATIC

Centro de Investigación Aplicada en
TICs

Centro de Investigación Aplicada en
TICs

Centro de Investigación Aplicada en
TICs

Resistencia, Argentina

Resistencia, Argentina

Resistencia, Argentina

carlos.ing.2013@gmail.com

salvador.nunez@gfe.frre.utn.edu.ar

raulmontiel@gfe.frre.utn.edu.ar

Jorge Roa

Sergio Gramajo

UTN FRRe CInATIC

UTN FRRe CInATIC

Centro de Investigación Aplicada en
TICs

Centro de Investigación Aplicada en
TICs

Resistencia, Argentina

Resistencia, Argentina

@gfe.frre.utn.edu.ar

sergiogramajo@gfe.frre.utn.edu.ar

Resumen—Este trabajo se enfoca en el desarrollo de sistemas inteligentes de Internet de las Cosas (IoT) aplicados al cuidado de la salud a través de monitoreo remoto. El objetivo principal es crear soluciones innovadoras que permitan una atención médica más personalizada y eficiente. Para lograrlo, se llevará a cabo un análisis exhaustivo de las arquitecturas y protocolos de telecomunicaciones utilizados en el ámbito de la salud, así como la implementación de modelos de inteligencia artificial y ciencia de datos para el procesamiento y análisis de los datos obtenidos de los dispositivos IoT. Además, se emplearán metodologías de desarrollo ágil para garantizar la rápida adaptación a las necesidades cambiantes del sector. A través del desarrollo de prototipos y la realización de pruebas rigurosas, se buscará validar la eficacia y la fiabilidad de las soluciones propuestas, con el fin de contribuir a mejorar la calidad de vida de pacientes y optimizar la gestión de los servicios de salud.

Palabras clave: e-health, IoT, IA.

I. INTRODUCCIÓN

El proceso de monitorear la salud de pacientes con internación domiciliaria o, incluso, de pacientes en los hospitales, requiere la observación constante de parámetros útiles por parte del equipo de médicos o enfermeros y profesionales [1], [2], [3], [4]. En este escenario la tecnología IoT puede consistir en dispositivos físicos de monitoreo de parámetros de interés para pacientes (glucosa, presión arterial, frecuencia cardíaca, monitoreo de actividad, etc.).

En diversas propuestas, se emplean dispositivos IoT de bajo consumo energético como sensores para recopilar datos biométricos de los pacientes, tales como temperatura, frecuencia cardíaca, saturación de oxígeno, entre otros. Estos datos son transmitidos a través de sistemas de telecomunicaciones y almacenados en plataformas remotas. Por ejemplo, en [5] se describe una solución que aprovecha la

tecnología de Radiofrecuencia para el seguimiento inteligente de parámetros de salud. A través de IoT, se facilita la transmisión remota de información biométrica, permitiendo a los profesionales sanitarios realizar un monitoreo continuo del estado de salud de los pacientes. En [6] se tiene como objetivo desarrollar un sistema web de telemonitoreo de la salud que aproveche las capacidades de la tecnología IoT. A través de una red 4G se enviarán los datos recopilados de diversos sensores médicos y ambientales para evaluar el estado de salud de los pacientes. Estos datos serán procesados y analizados mediante algoritmos de inteligencia artificial, con el fin de extraer información relevante para la toma de decisiones clínicas.

La aplicación de técnicas de aprendizaje automático y profundo en el ámbito de la salud ha demostrado ser una herramienta valiosa para la detección temprana de enfermedades, el diagnóstico preciso y la optimización de los tratamientos. En este sentido, este estudio busca contribuir al desarrollo de soluciones innovadoras que permitan mejorar la calidad de vida de los pacientes y la eficiencia de los servicios de salud [7], [8], [9], [10].

II. METODOLOGÍAS Y MÉTODOS

El trabajo se desarrollará como investigación aplicada dentro de las áreas de Ciencia de Datos y e-health, combinará herramientas de extracción de datos provenientes de dispositivos IoT empleados en internación domiciliar para su procesamiento con técnicas de Aprendizaje Automático (Machine Learning) (ML) para diseñar un modelo inteligente de gestión.

A pesar de que la literatura propone varios modelos teóricos, existe una brecha de su aplicación en entornos reales y aún más en el ámbito geográfico local, que se propone abordar el trabajo.

El enfoque metodológico consiste en la revisión y análisis de estándares para IoT, anomalías preponderantes y clasificación de algoritmos de analíticas de datos funcionales.

Consecución y generación de datasets, así como los referidos a protocolos de las arquitecturas para el tratamiento y control de outliers de sistemas de IoT aplicados en salud.

Determinación de los algoritmos de analítica de

datos útiles para el modelo.

Diseño y desarrollo del modelo, que incluyen aspectos de hardware y software.

Desarrollo de escenarios de prueba para las aplicaciones necesarias, para lo cual se seleccionarán las tecnologías de programación que se consideren más adecuadas.

Siguiendo las pautas del método científico se trabaja de la siguiente manera:

Formulación de hipótesis. Que será el eje para el diseño y creación de escenarios de prueba simulados y reales.

Recopilación de datos observados. Que abarcará aspectos como pruebas de simulaciones, aplicaciones y escenarios, lo que permitirá identificar los atributos idóneos.

Contrastación de hipótesis con los resultados obtenidos. Que permitirá medir la calidad de las aplicaciones, escenarios propuestos y resultados obtenidos y validación de la hipótesis propuesta

III. ARQUITECTURA PROPUESTA

Una vez descrito que es un sistema IoT y los protocolos de comunicación más utilizados vamos a describir el sistema propuesto. Específicamente el trabajo está enmarcado en un sub-campo denominado IoMT (Internet of Medical Things)

En la siguiente figura podemos observar las partes fundamentales del sistema, el monitoreo consta de dos componentes, ambos ubicados en la residencia del paciente (también podrían ubicarse en una habitación de internados de un sanatorio), una de estos componentes tiene la función es medir variables de interés médicas y el otro mide las condiciones ambientales en las que se encuentra el paciente. Ambos dispositivos se conectarán a la red a través de dos medios de comunicación, el primero más conocido y utilizado, la una red Wifi provista por un modem 4G ubicado en la misma residencia y el segundo medio es por LoRa (ver Fig 1).

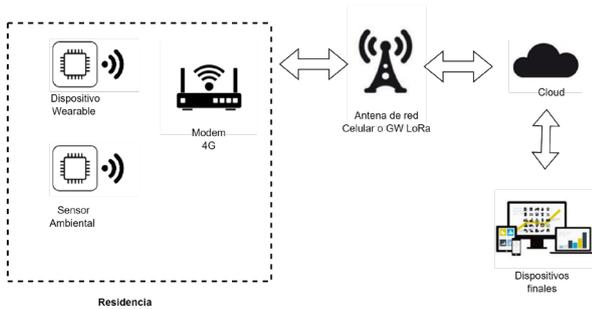


Fig. 1. Arquitectura general del sistema

Para poder asegurar la conectividad y el envío de datos a la nube, el modem 4G se va conectar a la red de dos empresas de telefonía celular. En la nube se tendrá corriendo los servicios del broker MQTT y una plataforma de monitoreo.

IV. TRABAJOS FUTUROS Y CONCLUSIONES

Los resultados de este trabajo abren nuevas perspectivas para el tratamiento de la salud digital y el monitoreo remoto de datos biométricos. La capacidad de tratar múltiples eventos y analizar datos podría permitir personalizar los tratamientos en función de las características individuales de cada paciente. Con la puesta en marcha de los prototipos creados se avanzará en la generación de mayores volúmenes de datos. A su vez se trabajará en abordar los desafíos éticos y regulatorios asociados con el uso de datos sensibles y garantizar la seguridad y la privacidad de los pacientes.

Las actividades principales abordadas son:

- Detección de patrones y predicción de eventos futuros en tiempo real.
- Desarrollar modelos que puedan integrar datos provenientes de diferentes fuentes (sensores, registros médicos, etc.) para obtener una visión más completa del estado de salud del paciente.
- Diseñar interfaces intuitivas que permitan a los profesionales de la salud visualizar los datos de manera clara, facilitando la toma de decisiones

International Conference on Computing Communication Control and Automation (ICCUBEA), ago. 2018, pp. 1-5. doi: 10.1109/ICCUBEA.2018.8697681.

[2] Z. U. Ahmed, M. G. Mortuza, M. J. Uddin, Md. H. Kabir, Md. Mahiuddin, y MD. J. Hoque, «Internet of Things Based Patient Health Monitoring System Using Wearable Biomedical Device», en *2018 International Conference on Innovation in Engineering and Technology (ICIET)*, dic. 2018, pp. 1-5. doi: 10.1109/CIET.2018.8660846.

[3] M. Alshamrani, «IoT and artificial intelligence implementations for remote healthcare monitoring systems: A survey», *Journal of King Saud University - Computer and Information Sciences*, vol. 34, n.º 8, Part A, pp. 4687-4701, sep. 2022, doi: 10.1016/j.jksuci.2021.06.005.

[4] K. C. Chowdary, K. Lokesh Krishna, K. L. Prasad, y K. Thejesh, «An Efficient Wireless Health Monitoring System», en *2018 2nd International Conference on 2018 2nd International Conference on I-SMAC (IoT in Social, Mobile, Analytics and Cloud) (I-SMAC)*, ago. 2018, pp. 373-377. doi: 10.1109/I-SMAC.2018.8653716.

[5] K. V. Sahukara, M. B. Ammisetty, G. S. K. G. Devi, S. Prathyusha, y T. S. Nikhita, «COVID-SAFE: IoT Based Health Monitoring System using RFID in Pandemic Life», en *2021 IEEE International Conference on RFID Technology and Applications (RFID-TA)*, oct. 2021, pp. 203-206. doi: 10.1109/RFID-TA53372.2021.9617312.

[6] S. Ravali y R. Lakshmi Priya, «Design and Implementation of Smart Hospital using IoT», en *2021 5th International Conference on Computing Methodologies and Communication (ICCMC)*, abr. 2021, pp. 460-465. doi: 10.1109/ICCMC51019.2021.9418296.

[7] S. Durga, R. Nag, y E. Daniel, «Survey on Machine Learning and Deep Learning Algorithms used in Internet of Things (IoT) Healthcare», en *2019 3rd International Conference on Computing Methodologies and Communication (ICCMC)*, mar. 2019, pp. 1018-1022. doi: 10.1109/ICCMC.2019.8819806.

[8] N. Agarwal, P. Singh, N. Singh, K. K. Singh, y R. Jain, «Machine Learning Applications for IoT Healthcare», en *Machine Learning Approaches for Convergence of IoT and Blockchain*, John Wiley & Sons, Ltd, 2021, pp. 129-144. doi: 10.1002/9781119761884.ch6.

[9] C. M. Mohammed y S. Askar, «Machine Learning for IoT HealthCare Applications: A Review», *International Journal of Science and Business*, vol. 5, n.º 3, pp. 42-51, 2021.

[10] R. Zhao, R. Yan, Z. Chen, K. Mao, P. Wang, y R. X. Gao, «Deep learning and its applications to machine health monitoring», *Mechanical Systems and Signal Processing*, vol. 115, pp. 213-237, ene. 2019, doi: 10.1016/j.ymsp.2018.05.050.

REFERENCIAS

[1] A. Gutte y R. Vadali, «IoT Based Health Monitoring System Using Raspberry Pi», en *2018 Fourth*