

Instituto Tecnológico de Costa Rica

Área Académica Ingeniería en Computadores

Programa de Licenciatura en Ingeniería en
Computadores



Optimización y Migración del Proyecto “Sistema de
procesamiento de Big Data para el agendamiento de
citas” a AWS Lambda

Informe Final de Proyecto de Graduación

Capítulo 1

Autor: José Agustín Venegas Vega

Coordinador del Proceso: Jennier Sonalo Cordero

Profesor Asesor: Marco Hernández Vázquez

Hoja de Aprobación

Dedicatoria

Dedico este proyecto a todas aquellas personas que influyeron en mi desarrollo personal y profesional, amigos, compañeros de estudio, compañeros de trabajo y por supuesto, profesores, los cuales han sido una constante indispensable en muchos aspectos de mi trayectoria. De una forma especial, este proyecto es dedicado a mi familia, a mi padre, a mi madre, a mi hermano y a mi hermana, siendo estos los pilares de mi vida, y piezas fundamentales que componen lo que soy hoy en día.

Agradecimientos

Agradezco a todas aquellas personas que me dieron su mano, que confiaron en mí, que me apoyaron cuando lo necesité, quienes me hicieron crecer y me permitieron aprender y ser cada día una mejor persona. Quisiera agradecer al Instituto Tecnológico de Costa Rica en general, pero enfatizando, por supuesto, en todo el cuerpo administrativo y ejecutivo del Área Académica de Ingeniería en Computadores. Y, reiterando a los mencionados en la dedicatoria, amigos, profesores, y principalmente, mi familia.

Resumen

Este proyecto aborda la optimización y migración del sistema de procesamiento de Big Data para el agendamiento de citas médicas a AWS Lambda. Se busca mejorar la escalabilidad, eficiencia y adaptabilidad del sistema existente, integrando algoritmos de aprendizaje automático e inteligencia artificial. La implementación en AWS Lambda también permitirá una gestión de recursos más eficiente y una reducción de costos operativos, al tiempo que pretenderá mejorar la calidad del servicio en las instituciones de salud de Costa Rica a largo plazo.

Abstract

This project addresses the optimization and migration of the Big Data processing system for medical appointment scheduling to AWS Lambda. It aims to improve the scalability, efficiency, and adaptability of the existing system by integrating machine learning algorithms and artificial intelligence. Implementation in AWS Lambda allows for more efficient resource management and reduced operational costs while enhancing the quality of service in Costa Rican health institutions.

Índice General

Hoja de Aprobación	2
Dedicatoria	3
Agradecimientos	4
Resumen	5
Abstract	6
Índice de Tablas	9
Índice de Figuras	10
Siglas y Acrónimos	11
Introducción	11
Antecedentes del Proyecto	12
Descripción de la Institución	12
Área de Conocimiento que se desarrollará en el Proyecto	12
Trabajos Similares Encontrados	13
Planteamiento del Problema	13
Contexto del Problema	13
Justificación del Problema	14
Enunciado del Problema	15
Objetivos del Proyecto	15
Objetivo General	15
Objetivos Específicos	15
Alcances, Entregables y Limitaciones del Proyecto	16
Alcances	16
Entregables	16
Limitaciones	16
Marco de Referencia Teórico	18
Gestión de Citas Médicas en Costa Rica	18
Big Data	18
Procesamiento de Big Data en Salud	19
Amazon Web Services (AWS)	20
AWS Lambda	20
AWS S3	20
AWS API Gateway	21

Inteligencia Artificial en Salud 22

Aspectos Legales y Éticos de la Inteligencia Artificial en la Salud 22

Seguridad de la Información en Salud 23

Mejora Social en Términos de Salud 24

Impacto Socioeconómico de la Gestión de Citas Médicas 24

Marco Metodológico 25

Descripción del Trabajo Realizado 26

 Descripción del Proceso de Solución 26

 Análisis de Resultados Obtenidos 26

Conclusiones y Recomendaciones 27

Apéndices y Anexos..... 28

Referencias 29

Índice de Tablas

Índice de Figuras

Figure 1. Diagrama Usuario – AWS	21
--	----

Siglas y Acrónimos

- AWS: Amazon Web Services
- Lambda: AWS Lambda (Servicio de cómputo sin servidor de AWS)
- S3: Amazon S3 es un servicio de almacenamiento en la nube altamente escalable ofrecido por AWS.
- IA: Inteligencia Artificial
- ML: Machine Learning (Aprendizaje automático)
- BD: Big Data
- API: Application Programming Interface (Interfaz de Programación de Aplicaciones)
- SQL: Structured Query Language (Lenguaje de Consulta Estructurada)
- CSV: Comma-Separated Values (Valores Separados por Comas)

Introducción

El Área Académica de Ingeniería en Computadores está avanzando en un proyecto innovador para el desarrollo y mejora de un sistema de gestión de citas médicas, utilizando tecnologías de Big Data. Este proyecto tiene como objetivo principal mejorar la eficiencia y efectividad en la asignación de citas médicas en instituciones de salud en Costa Rica, aprovechando la capacidad de procesamiento y análisis de grandes volúmenes de datos. Se busca crear un sistema que no solo maneje eficientemente la información existente, sino que también proporcione análisis predictivos y recomendaciones basadas en patrones de datos.

Hasta la fecha, se han alcanzado hitos significativos, incluyendo el desarrollo de una robusta base de datos y la implementación de herramientas de procesamiento de datos como NumPy, Pandas y SciPy. Además, se ha considerado la integración de PySpark para un procesamiento distribuido de datos de gran envergadura.

En la siguiente fase del proyecto, se contempla la migración del sistema a AWS Lambda, lo que permitirá una mayor escalabilidad, optimización de recursos y una mejora en la eficiencia operativa del sistema. Esta transición representa un paso crucial hacia la modernización y adaptabilidad del sistema en un entorno de computación en la nube.

Este documento detalla el proyecto en su estado actual, describiendo el contexto y los antecedentes, las tecnologías empleadas, y las metodologías previstas para su evolución y mejora. También se abordan los planes para la implementación de AWS Lambda, destacando cómo esta migración potenciará el rendimiento y la escalabilidad del sistema, alineándose con los objetivos a largo plazo del proyecto, asimismo su contraste y mejora mediante la utilización de inteligencia artificial.

Antecedentes del Proyecto

Descripción de la Institución

El Instituto Tecnológico de Costa Rica (ITCR), una institución educativa líder en el país se destaca en el campo de la ingeniería y la tecnología. Con un fuerte enfoque en la excelencia académica y la investigación aplicada, el ITCR ofrece programas avanzados en diversas áreas de la tecnología, preparando a sus estudiantes para enfrentar desafíos contemporáneos. El ITCR demuestra su compromiso con la innovación tecnológica y el impacto social positivo en Costa Rica. El presente proyecto será desarrollado específicamente bajo el Área Académica Ingeniería en Computadores.

Área de Conocimiento que se desarrollará en el Proyecto

El proyecto de desarrollo y mejora del sistema de gestión de citas médicas, que se implementará en AWS Lambda, abarcará un área de conocimiento que incluye la actualización de modelos de procesamiento de datos y la adaptación a un entorno de nube, complementado con una consideración estratégica del hardware. Este enfoque multidisciplinario se centrará en refinar algoritmos para incrementar la eficiencia en el procesamiento y análisis de datos, esencial para una gestión de citas más efectiva y basada en análisis profundos. La actualización de estos modelos no solo busca mejorar la velocidad y precisión, sino también su adaptabilidad al dinámico entorno de las instituciones de salud, respaldado por una infraestructura de hardware optimizada para la nube.

La transición a AWS Lambda representa una oportunidad para aprovechar la flexibilidad y escalabilidad de la nube, lo que implica un rediseño del modelo para alinearlos con este entorno virtualizado. Este cambio facilita una gestión de recursos de hardware más eficiente y adaptativa, asegurando que el sistema pueda responder ágilmente a las variaciones en la carga de trabajo y manejar eficientemente un volumen creciente de datos, sin las limitaciones de un hardware físico tradicional.

Además, la incorporación de técnicas avanzadas de aprendizaje automático e inteligencia artificial mejorará la precisión y efectividad del sistema. Estas tecnologías permitirán una gestión de citas más eficiente y la generación de perspectivas a partir de los patrones y tendencias de datos.

En resumen, el área de conocimiento que se desarrollará en este proyecto integra la mejora de algoritmos de procesamiento de datos, la adaptación a la infraestructura de nube de AWS Lambda y la consideración estratégica del hardware, junto con la integración de inteligencia artificial y aprendizaje automático. Todo ello orientado a crear un sistema de gestión de citas médicas más eficiente, adaptativo, escalable y alineado con las capacidades de un entorno de computación moderno.

Trabajos Similares Encontrados

Como principal antecedente al proyecto de desarrollo y mejora del sistema de gestión de citas médicas, tenemos un proyecto inicial que sentó las bases para esta iniciativa. El proyecto original, centrado también en la gestión de citas médicas, logró con éxito la implementación de un sistema funcional que mostró resultados esperanzadores y potencialmente funcionales a gran escala. Sin embargo, a pesar de su éxito, el proyecto demostró tener varias áreas susceptibles de mejora.

Además, se encontró un proyecto con la misma finalidad, desarrollado en la Universidad de Valladolid, el cual se enfoca en el desarrollo de un sistema Big Data para mejorar la gestión y explotación de datos en un centro de salud, utilizando tecnologías como Apache Hadoop y Apache Spark. El objetivo es optimizar el procesamiento de grandes volúmenes de datos para mejorar la toma de decisiones y la calidad del servicio en el ámbito sanitario. (Alberto Segovia C, 2019)

Con respecto a la utilización de AWS Lambda, se buscó un antecedente de gran peso, que incentive el uso de estas tecnologías emergentes y demuestre de forma sencilla su posible impacto. Desde su adopción, AWS Lambda se ha convertido en el arma secreta de Netflix para diseñar y autogestionar una arquitectura impulsada por reglas. Para perseguir la excelencia, ahorrar tiempo y aumentar la eficiencia, Lambda reemplaza procedimientos obsoletos. Simplifica procesos, especialmente en la manipulación de datos, decisiones de respaldo y controles de seguridad. También automatiza medidas de seguridad y garantiza el cumplimiento durante la configuración de instancias y la respuesta a accesos no autorizados. (Bacancy Technology, 2024)

Planteamiento del Problema

En esta sección, se proporcionará una descripción detallada de la estructura y los objetivos del proyecto de desarrollo y mejora del sistema de gestión de citas médicas, que se implementará en AWS Lambda. Se abordarán tanto las metas específicas que se pretenden alcanzar con esta iniciativa como las razones fundamentales que justifican la evolución del proyecto inicial. Del mismo modo, se discutirán las bases que sustentan la investigación académica a realizar, enfocándose en cómo la integración de tecnologías avanzadas y la adaptación a un entorno de nube pueden significativamente mejorar la eficiencia, escalabilidad y adaptabilidad del sistema existente.

Contexto del Problema

El proyecto original de sistema de gestión de citas médicas, aunque exitoso en su implementación, reveló limitaciones en cuanto a escalabilidad, eficiencia de procesamiento de datos, y adaptabilidad. Estas limitaciones se hicieron evidentes a medida que se intentó aumentar el volumen de datos a almacenar y la cantidad de ejecuciones en procesar. El

sistema requería una solución que pudiera manejar de manera más eficiente un gran volumen de datos, adaptarse a las cambiantes necesidades de las instituciones de salud, y ofrecer una gestión de citas médicas más efectiva y basada en datos.

La experiencia adquirida y las lecciones aprendidas del proyecto inicial han sido fundamentales para identificar oportunidades de mejora. Aspectos como la escalabilidad del sistema, la eficiencia en el procesamiento de datos, y la adaptabilidad a cambios y demandas crecientes surgieron como áreas clave para el desarrollo. Este conocimiento ha sido esencial para formular el nuevo proyecto, que no solo busca abordar y perfeccionar estas áreas, sino también integrar tecnologías avanzadas y prácticas de vanguardia, como la migración a AWS Lambda y la implementación de algoritmos más sofisticados de aprendizaje automático e inteligencia artificial.

Justificación del Problema

La migración y mejora del sistema a AWS Lambda se justifica por la necesidad de abordar estas limitaciones. AWS Lambda ofrece una solución que mejora significativamente la escalabilidad y la eficiencia en el procesamiento de datos, gracias a su capacidad de auto escalado y su modelo de precios basado en el uso real. Esto permite al sistema adaptarse a variaciones en la carga de trabajo sin la necesidad de una infraestructura de hardware costosa y de alta mantenimiento. Adicionalmente, la integración de tecnologías avanzadas como el aprendizaje automático y la inteligencia artificial en AWS Lambda mejorará la capacidad del sistema para analizar datos, ofrecer puntos de vista más profundos y mejorar la toma de decisiones basada en datos. Estas mejoras son fundamentales para satisfacer las necesidades actuales y futuras de las instituciones de salud, proporcionando un servicio más eficiente y adaptativo.

La elección de AWS Lambda como plataforma para este proyecto se justifica por sus múltiples ventajas. Principalmente, AWS Lambda ofrece un modelo de precios basado en el uso real, lo que significa que los costos se alinean directamente con el tiempo de ejecución del código y la cantidad de activaciones del sistema, minimizando así los costos operativos. Además, la capacidad de AWS Lambda para escalar automáticamente se ajusta de manera eficiente a las variaciones en la demanda, eliminando la necesidad de administrar y mantener servidores físicos. (AWS-Lambda Guide, s.f)

Estas características hacen de AWS Lambda una solución ideal para el proyecto, ya que facilitan un sistema de gestión de citas médicas más adaptable, escalable y económicamente eficiente. Con la integración de tecnologías avanzadas de aprendizaje automático e inteligencia artificial, el sistema no solo mejora la gestión de citas médicas, sino que también ofrece análisis de datos más profundos y precisos, lo que resulta en una toma de decisiones mejor informada.

En resumen, este proyecto busca desarrollar un sistema de gestión de citas médicas que no solo sea más eficiente y adaptable a las necesidades cambiantes, sino que también

aproveche las ventajas económicas y técnicas de un entorno de nube moderno como AWS Lambda. (AWS-Lambda Guide, s.f)

Enunciado del Problema

¿Cómo mejorar y escalar un sistema existente de gestión de citas médicas para adaptarse a las crecientes y cambiantes demandas de las instituciones de salud, implementando una solución en AWS Lambda que asegure una mayor eficiencia en el procesamiento de datos y escalabilidad automática, e integrando tecnologías avanzadas como el aprendizaje automático y la inteligencia artificial, para proporcionar una gestión más efectiva y basada en datos y así mejorar la calidad del servicio en múltiples entornos de salud?

Objetivos del Proyecto

Este proyecto busca rediseñar y optimizar un sistema de gestión de citas médicas, aprovechando las capacidades de AWS Lambda y las tecnologías de aprendizaje automático e inteligencia artificial. Los objetivos están cuidadosamente formulados para abordar cómo se puede lograr una gestión más eficiente y adaptativa de citas médicas, respondiendo a por qué son necesarias estas mejoras y para qué beneficiarán a las instituciones de salud.

Objetivo General

Implementar en Lambda AWS el sistema de gestión de citas médicas existente, integrando algoritmos de aprendizaje automático e inteligencia artificial, así como la adición de un generador de reportes, con el fin de mejorar la eficiencia, adaptabilidad y calidad del servicio en las instituciones de salud de Costa Rica, mediante el uso de tecnologías en la nube que potencien la eficiencia, modularización y la escalabilidad.

Objetivos Específicos

1. Generar una lista de las deficiencias del sistema existente de gestión de citas médicas, así determinando las áreas de mejora en escalabilidad, eficiencia y adaptabilidad, mediante pruebas exhaustivas del sistema.
2. Adaptar el sistema de gestión de citas médicas, utilizando una infraestructura sin servidor para lograr escalabilidad automática y modularización, proporcionando una opción potente, cómoda y rápida, mediante la utilización de Lambda AWS.
3. Optimizar el sistema de gestión de citas médicas, abordando específicamente las áreas de deficiencia identificadas, así proporcionando un sistema más completo y potente, basándose principalmente en algoritmos de aprendizaje automático e inteligencia artificial.

4. Desarrollar un módulo dentro del sistema que permita a los usuarios la generación reportes específicos basados en filtros seleccionados, facilitando el análisis detallado y personalizado de la información de citas, pacientes y tendencias de uso, mediante el uso de tecnologías de análisis de datos.

Alcances, Entregables y Limitaciones del Proyecto

Alcances

1. Implementación Exitosa en AWS Lambda: Completar con éxito la migración y optimización del sistema de gestión de citas médicas en AWS Lambda, logrando un sistema sin servidor, escalable, modularizado y eficiente en términos de costos computacionales.
2. Capacidad de Análisis Predictivo: Implementar con éxito la funcionalidad de análisis predictivo y recomendaciones personalizadas basadas en Inteligencia Artificial, lo que permite un agendamiento más eficaz de las citas.
3. Reportes Detallados: Desarrollar un módulo de generación de reportes que permita a los usuarios obtener información detallada, facilitando un análisis más profundo de los datos de citas y la efectividad del sistema.
4. Mejora en la Eficiencia de Asignación de Citas: Demostrar una mejora significativa en la eficiencia y precisión de la asignación de citas médicas a través de algoritmos de aprendizaje automático, realizando una comparación con el sistema anteriormente desarrollado.

Entregables

1. Sistema migrado a Lambda AWS, completamente funcional.
2. Interfaz de usuario para consultas e ingreso de datos.
3. Sistema de generación de reportes integrado.

Limitaciones

1. Dependencia de la Conectividad a Internet: El sistema depende en gran medida de una conexión a internet estable, dado que AWS Lambda es una solución basada en la nube.
2. Limitaciones de Presupuesto: Restricciones presupuestarias podrían limitar la escala de implementación o las características del sistema.
3. Resistencia al Cambio: Puede haber resistencia al cambio por parte de los usuarios o instituciones, lo que afectaría la adopción y eficacia del sistema a largo plazo.
4. Limitaciones Tecnológicas: A pesar de las capacidades de AWS Lambda, puede haber limitaciones en cuanto a la personalización y la integración con sistemas existentes en las instituciones de salud.

5. Variabilidad en el Rendimiento de IA: Los algoritmos de inteligencia artificial pueden tener variaciones en su rendimiento, especialmente en las etapas iniciales después de su implementación.

Marco de Referencia Teórico

Gestión de Citas Médicas en Costa Rica

La gestión de citas médicas es un proceso fundamental en la organización de la atención sanitaria. Este proceso implica la asignación eficiente de horarios para pacientes y profesionales de la salud, con el objetivo de optimizar los recursos disponibles y reducir los tiempos de espera.

Este proceso es un tanto complicado, el cual se ve regido por un sistema de gestión de colas, es decir, una persona que agende una cita médica tendrá su cita antes que todos aquellos que hayan agendado con posterioridad a dicha persona. En Costa Rica, el proceso más cómodo y moderno para agendar una cita médica es mediante la aplicación EDUS, el cual puede ser accedido mediante un teléfono móvil. Este requiere un proceso de registro, el cual requiere los datos personales de la persona en cuestión, específicamente: correo electrónico, tipo de identificación y número de identificación, así como también, domicilio, establecimiento de salud de comodidad o más cercano, y número telefónico.

Una vez creado el usuario, se debe seleccionar el servicio médico requerido, así como también, la especialidad, médico de preferencia y fecha a convenir en caso de haber disponibilidad. Además, las fechas, horarios y médicos disponibles varían diariamente a partir de las seis de la mañana en punto, y es altamente recomendado el ingreso a tempranas horas debido a la alta demanda. (Araya F, 2023)

Lo anterior se presenta como un procedimiento actual y no modificable por el presente proyecto, el presente proyecto se encargara de permitir una toma de decisiones más detallada y analizada que la que presenta la utilización del método de asignación por cola, además de proveer reportes detallados basados en la lista de usuarios inscritos, lo cual permitirá a los médicos ver gráfica, y detalladamente la información almacenada, con el fin de visualizar la correctitud de las decisiones tomadas ya sea por el método actual, o el método a desarrollar.

Big Data

El Big Data es un conjunto de tecnologías diseñadas para recopilar, analizar y gestionar los datos generados por los usuarios. Estas tecnologías han revolucionado la industria moderna en diversos ámbitos, permitiendo identificar patrones y comportamientos que pueden ser útiles para sectores específicos. Cuando navegamos por Internet, generamos una gran cantidad de datos que las páginas web, aplicaciones, o cualquier entorno virtual recopilan, como nuestros intereses, búsquedas, uso de aplicaciones, entre otros. Estos datos, aunque anonimizados, representan el comportamiento de los usuarios en Internet.

El Big Data aprovecha esta enorme cantidad de datos para analizarlos y obtener información útil. Este no se limita a los datos de navegación, sino que también incluye los datos generados por los usuarios en diferentes aplicaciones o servicios. Cada empresa de servicios puede tener grandes cantidades de datos generados por los usuarios, que luego utilizan herramientas de Big Data para analizar y procesar en busca de beneficios. Los usos del Big Data son casi infinitos, ya que permite a las empresas conocer mejor a sus usuarios y tomar decisiones informadas basadas en las tendencias y comportamientos detectados. Por ejemplo, las redes sociales pueden predecir cambios sociales o nuevas tendencias antes de que se vuelvan populares, y los servicios de streaming pueden ofrecer contenido basado en el interés general de los usuarios. (Fernandez Y, 2021)

Para mejorar el entendimiento general del Big Data en el área de la medicina, se destaca que el rol de ésta en dicha área radica en la cantidad masiva de datos que posee cada entidad de la salud en cada país del mundo, en este caso específico, Costa Rica. Por ejemplo, en Costa Rica la Caja Costarricense de seguro social contaba con 4 190 244 personas afiliadas (Delfinocr. s.f). Dicha cantidad se supone ha crecido en los últimos años al evidente aumento de la población, por lo cual el Big Data nos permite tomar esa masiva cantidad de datos, y tomar decisiones, en este caso para favorecer la eficiencia en los sistemas de salud costarricenses.

Procesamiento de Big Data en Salud

El procesamiento de Big Data en el sector de la salud está revolucionando la forma en que se gestionan los datos y se toman decisiones clínicas. La gran cantidad de datos disponible hoy en día se utilizan en instalaciones médicas en todo el mundo para mejorar la atención al paciente y la gestión de la salud pública. El análisis de Big Data en el ámbito de la salud presenta desafíos únicos debido a la gran cantidad de datos y a la falta de un esquema bien definido. Es por eso por lo que se utilizan técnicas y herramientas de Big Data Analytics para analizar y extraer información de Big Data, lo que permite predecir tendencias futuras y crear modelos predictivos en el campo de la medicina.

En el sector de la salud, el análisis de Big Data permite analizar grandes conjuntos de datos de miles de pacientes, identificar grupos y correlaciones entre los datos, y desarrollar modelos predictivos utilizando técnicas de minería de datos. Esto ayuda a mejorar la toma de decisiones clínicas, optimizar los tratamientos y mejorar la eficiencia de los servicios de salud. La implementación de sistemas de Big Data en el sector de la salud permitirá el desarrollo de la medicina personalizada y precisa, basada en información personalizada entregada en tiempo real y adaptada a cada paciente individual. Esto conducirá a una mejor comprensión de los factores que influyen en la salud a nivel individual, del sistema de salud y de la sociedad en su conjunto, y a enfoques mejorados para detectar problemas de seguridad con medicamentos y dispositivos. (Batko K, & Ślęzak A, 2022)

Amazon Web Services (AWS)

Cómo herramienta vital para el desarrollo de esta iniciativa se cuenta con AWS, el cual es una plataforma de computación en la nube completa y en constante evolución proporcionada por Amazon. Incluye una mezcla de servicios de infraestructura como servicio (IaaS), plataforma como servicio (PaaS) y software como servicio empaquetado (SaaS). AWS ofrece herramientas como potencia de cálculo, almacenamiento de bases de datos y servicios de entrega de contenido. AWS ofrece muchas herramientas y productos diferentes para empresas y desarrolladores de software en 245 países y territorios. Agencias gubernamentales, instituciones educativas, organizaciones sin fines de lucro y organizaciones privadas utilizan los servicios de AWS. (Kirvan P. Barney N. & Gillis. A., 2024)

El desarrollo comprenderá la utilización de al menos 3 herramientas proveídas por esta compañía, las cuales son las siguientes:

AWS Lambda

AWS Lambda es un servicio de computación sin servidor ofrecido por Amazon Web Services (AWS) que permite ejecutar código o funciones sin la necesidad de administrar servidores. Con Lambda, los desarrolladores pueden cargar su código y definir cuándo y cómo deben ejecutarse las funciones. Esto elimina la necesidad de preocuparse por la infraestructura subyacente, como los servidores, el almacenamiento o la escalabilidad, ya que AWS se encarga de todo eso.

Lambda se basa en el concepto de "serverless computing" o computación sin servidor, donde las funciones individuales se ejecutan de forma independiente en respuesta a eventos específicos, como una solicitud HTTP, un cambio en una base de datos o una carga de archivos. Esto permite a las empresas escalar automáticamente según la demanda y pagar solo por el tiempo de ejecución y los recursos utilizados, lo que puede resultar en costos más bajos y una mayor eficiencia en comparación con los modelos tradicionales de infraestructura. (Correa A., 2024)

Esta herramienta será el ambiente principal del mecanismo, y se encargará de librar de gastos innecesarios ya sea computacionales o económicos a los involucrados, así como también se encargará de permitir una escalabilidad muy alta a corto, medio y largo plazo.

AWS S3

AWS S3 (Amazon Simple Storage Service) es un servicio de almacenamiento de objetos en la nube ofrecido por Amazon Web Services (AWS). S3 está diseñado para

almacenar y recuperar grandes cantidades de datos de forma segura y escalable. (AWS-S3, s.f.)

Este provee un almacenamiento seguro, polivalente, potente y económico. Ideal para los requerimientos planteados.

AWS API Gateway

AWS API Gateway es un servicio totalmente gestionado que facilita la creación, publicación, mantenimiento, supervisión y protección de APIs en la nube. (AWS-API GATEWAY, s.f.)

El mismo se presenta como una necesidad, ya que funcionará como el medio de comunicación entre el cliente (Interfaz de usuario), y el sistema.

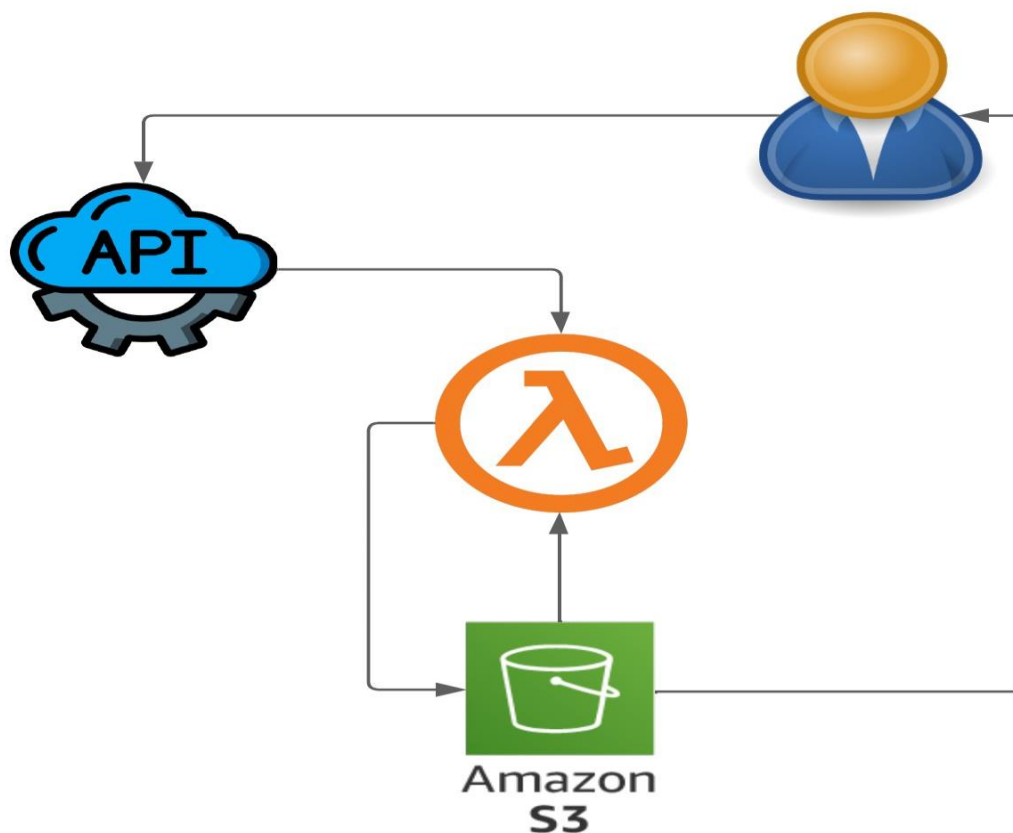


Figure 1. Diagrama Usuario – AWS

Inteligencia Artificial en Salud

La inteligencia artificial en el cuidado de la salud está transformando la forma en que se brinda atención médica al aprovechar grandes conjuntos de datos y algoritmos para descubrir patrones que los humanos no podrían encontrar por sí mismos. Algunos beneficios clave de la IA en el cuidado de la salud incluyen:

- Experiencias centradas en el usuario: La IA puede ayudar a encontrar insights de manera más rápida y precisa, lo que resulta en una mayor satisfacción tanto internamente como con los pacientes.
- Mejora de la eficiencia operativa: Al analizar los patrones de datos, la IA puede ayudar a las organizaciones de salud a utilizar mejor sus recursos, aumentando la eficiencia y mejorando el rendimiento de los flujos de trabajo.
- Conexión de datos dispares: La IA puede ayudar a conectar datos de salud fragmentados y en varios formatos para obtener una imagen más unificada de los pacientes.

Un caso de uso común de la IA en el cuidado de la salud es el procesamiento de lenguaje natural, que permite a los algoritmos identificar patrones en el lenguaje utilizado en registros médicos y otros documentos de salud. Esto puede ayudar a los profesionales a encontrar información relevante más rápidamente y tomar decisiones informadas sobre el cuidado de los pacientes.

Además, la IA se utiliza en imágenes médicas para ayudar a los radiólogos y cardiólogos a identificar casos críticos, realizar diagnósticos más precisos y evitar errores potenciales. La IA también puede ayudar a garantizar la equidad en el cuidado de la salud al reducir el sesgo en la investigación y promover la diversidad y la transparencia en los datos.

A pesar de los beneficios, la adopción de la IA en el cuidado de la salud enfrenta desafíos, como cumplir con los requisitos regulatorios y superar los problemas de confianza en los resultados de machine learning. Sin embargo, la IA está mejorando las operaciones, agilizando los flujos de trabajo y ayudando a los profesionales a encontrar respuestas rápidamente, lo que lleva a mejores experiencias para los pacientes y una atención médica más efectiva. (IBM, s.f)

En el presente caso, la Inteligencia Artificial pretende solucionar la problemática de la decisión, a la hora de agendar una cita médica, basándose en los datos de los pacientes, principalmente en las condiciones de salud relevantes a la seguridad y salud personal.

Aspectos Legales y Éticos de la Inteligencia Artificial en la Salud

A continuación, se listarán una serie de aspectos éticos relacionados a la Inteligencia Artificial en la Salud. (Organización Mundial de la Salud, 2021)

- Proteger la autonomía humana: La IA no debe socavar la capacidad humana de tomar decisiones. Las personas deben mantener el control sobre los sistemas de atención de la salud y las decisiones médicas.
- Promover el bienestar y la seguridad de las personas y el interés público: Las tecnologías de IA no deben dañar a las personas y deben cumplir con normas de seguridad, precisión y eficacia.
- Garantizar la transparencia, la claridad y la inteligibilidad: Las tecnologías de IA deben ser comprensibles para desarrolladores, profesionales de la salud, pacientes, usuarios y reguladores. Deben ser explicables y transparentes en su diseño y funcionamiento.
- Promover la responsabilidad y la rendición de cuentas: Debe haber una especificación clara de las tareas que los sistemas de IA pueden realizar y las condiciones en las que pueden alcanzar el rendimiento deseado. Las partes interesadas deben asegurarse de que las tareas se realicen adecuadamente y por personas debidamente capacitadas.
- Garantizar la inclusividad y la equidad: La IA debe ser concebida de manera que fomente la utilización y el acceso equitativos, independientemente de características como la edad, el sexo, el género, los ingresos, la raza, el origen étnico, la orientación sexual o la capacidad. Debe minimizar los sesgos y las disparidades de poder.
- Promover una IA con capacidad de respuesta y sostenible: Los sistemas de IA deben ser evaluados continuamente en situaciones reales para determinar si responden adecuadamente y de acuerdo con las expectativas. También deben ser coherentes con la promoción de la sostenibilidad en los sistemas de salud y el medio ambiente.

Seguridad de la Información en Salud

La seguridad de la información en el ámbito de la salud es fundamental para preservar la confidencialidad y la privacidad de los datos sensibles de los pacientes. La colaboración y la creación de mecanismos adecuados son necesarios para garantizar la seguridad de la información personal en entornos de salud digital, al mismo tiempo que se promueve el acceso y la transparencia en la información y el conocimiento.

Las tecnologías digitales pueden contribuir al acceso de grupos vulnerables en materia de salud, pero es necesario desarrollar capital humano y una infraestructura que permitan utilizar estas tecnologías de forma inclusiva, ética y segura. Es importante establecer mecanismos de confianza en el entorno digital de la salud pública, considerando dimensiones éticas, técnicas y legales. (Organización Panamericana de la Salud, 2023)

Se evidencia entonces no solo que la importancia en conservar el íntegro los datos en el área de la salud es crucial, sino que en términos virtuales y en lo que al internet se refiere, la seguridad de un sistema debe ser y será tan robusta como así se configure, por lo cual, se considera una fortaleza construir la base de la información en AWS, debido a la solidez de la plataforma en términos de seguridad y las posibilidades de configuración que brinda.

Mejora Social en Términos de Salud

El propósito de este proyecto pretende lograr, entre muchas cosas, la mejora social en términos de Salud, ya que un sistema más justo y preciso aumentará significativamente la satisfacción, así como también disminuirá el descontento.

Impacto Socioeconómico de la Gestión de Citas Médicas

Como se desconoce los costos actuales de los sistemas utilizados por la CCSS, se podrá abarcar en este aspecto únicamente aquellas relevancias económicas involucradas en el presente proyecto. Y en este aspecto, como se evidenció anteriormente en este documento, las relevancias en términos económicos serán aquellas relacionadas a la plataforma AWS, los costos de dichas herramientas son muy pequeñas debido a la naturaleza de estas, por ejemplo, Lambda cobra 0.20 dólares por cada millón de ejecuciones, un monto ciertamente bajo tomando en consideración el uso esperado del sistema. Manteniendo S3 y API Gateway montos similares. (AWS Lambda, s.f)

Marco Metodológico

Descripción del Trabajo Realizado

Descripción del Proceso de Solución

Análisis de Resultados Obtenidos

Conclusiones y Recomendaciones

Apéndices y Anexos

Referencias

1. Alberto Segovia C. 2019. Sistema de Gestión de Citas Médicas para un Centro de Salud. Repositorio Documental de la Universidad de Valladolid.
<https://uvadoc.uva.es/bitstream/handle/10324/36492/TFG-B.1225.pdf?sequence=1>
2. Araya, F. 2023. Edus: Cómo agendar una cita médica desde la aplicación. Telediario Costa Rica. <https://www.telediario.cr/nacional/edus-como-agendar-una-cita-medica-desde-la-aplicacion#:~:text=En%20la%20siguiente%20pantalla%2C%20se%20mostrar%C3%A1%20tu%20nombre,la%20especialidad%20y%20la%20fecha%20que%20te%20convenga.>
3. AWS-API GATEWAY. s.f. API management - amazon API gateway - AWS. (n.d.-a). <https://aws.amazon.com/api-gateway/>
4. AWS Lambda. s.f. Cloud computing services - amazon web services (AWS). (n.d.-b). [AWS Lambda \(amazon.com\)](https://aws.amazon.com/lambda/)
5. AWS Lambda Guide. s.f. "Beneficios de Lambda - Información general acerca de AWS Lambda" - <https://docs.aws.amazon.com/lambda/latest/dg/welcome.html>
6. AWS-S3. s.f. Cloud object storage - amazon S3 - AWS. <https://aws.amazon.com/s3/>
7. Bacancy Technology. 2024. Netflix AWS Migration. Bacancy Technology. Recuperado de <https://www.bacancytechnology.com/blog/netflix-aws-migration#:~:text=Since%20its%20adoption%2C%20AWS%20Lambda,backup%20decisions%2C%20and%20security%20checks.>
8. Batko, K., & Ślęzak, A. 2022. The use of Big Data Analytics in Healthcare. Journal of big data. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8733917/>
9. Correa, A. 2024. Qué es amazon lambda y qué ventajas ofrece a TU Empresa. Codster. <https://codster.io/blog/ventajas-empresas-aws-lambda/>
10. Delfinocr. s.f. App de la CCSS Ahora le muestra cuánto le falta para pensionarse y el monto estimado. <https://delfino.cr/2019/11/aplicacion-de-la-ccss-permite-a-afiliados-al-ivm-visualizar-cuanto-les-falta-para-pensionarse>
11. Fernandez, Y. 2021. Big data: Qué es y para que sirve. Xataka. <https://www.xataka.com/basics/big-data-que-sirve>

12. IBM. s.f. ¿Qué es la inteligencia artificial en el Cuidado de la Salud?.
<https://www.ibm.com/mx-es/topics/artificial-intelligence-healthcare>
13. Kirvan, P., Barney, N., & Gillis, A. S. 2024. What is AWS (Amazon Web Services)?: Definition from TechTarget. SearchAWS.
<https://www.techtarget.com/searchaws/definition/Amazon-Web-Services>
14. Organización Mundial de la Salud. 2021. Resumen - Ética y Gobernanza de la Inteligencia Artificial en el Ámbito de la Salud. [9789240037441-spa.pdf \(who.int\)](#)
15. Organización Panamericana de la Salud. 2023. Seguridad de la Información. [OPSEIHIS230016_spa.pdf \(paho.org\)](#)