



Sistema biométrico con reconocimiento facial. Un procedimiento de registro de casos de transporte y seguridad vial

Biometric system with facial recognition. A procedure for registering transportation and road safety cases

Sistema biométrico com reconhecimento facial. Um procedimento de registo de processos no domínio dos transportes e da segurança rodoviária

ARTÍCULO ORIGINAL



Erick Marty Terrazas Zeballos 
ermateze@gmail.com

Universidad Adventista de Bolivia. Cochabamba, Bolivia

Escanea en tu dispositivo móvil
o revisa este artículo en:

<https://doi.org/10.33996/revistaingenieria.v8i22.124>

Artículo recibido 17 de julio 2024 / Aceptado 21 de agosto 2024 / Publicado 23 de octubre 2024

RESUMEN

El reconocimiento facial es una tecnología de identificación Biométrica que, por medio del análisis de ciertos rasgos característicos del rostro, busca establecer la identidad de una persona. A pesar de ser menos precisa que otras formas de identificación Biométrica, como la lectura de huellas dactilares o del iris, no requiere contacto físico. El presente trabajo presta atención a desarrollar un sistema biométrico con reconocimiento facial para optimizar el procedimiento de registro de casos en la Dirección Regional de Tránsito, Transporte y Seguridad Vial de Quillacollo, Bolivia. Para este proyecto, se empleó la metodología Kanban para gestionar ágilmente el flujo de trabajo, se incorporó SVM (Support Vector Machines) para lograr un reconocimiento facial efectivo. En el resultado propuesto se destaca la combinación de estas tecnologías garantiza un sistema integral y eficiente, mejorando la identificación de infractores y la eficiencia operativa, contribuyendo a una gestión más efectiva del control de tránsito.

Palabras clave: Identificación de infractores; identificación Biométrica; Reconocimiento facial; Seguridad Vial; Sistema biométrico

ABSTRACT

Facial recognition is a biometric identification technology that, through the analysis of certain characteristic features of the face, seeks to establish a person's identity. Despite being less accurate than other forms of biometric identification, such as fingerprint or iris reading, it does not require physical contact. This work focuses on developing a biometric system with facial recognition to optimize the case registration procedure at the Regional Directorate of Transit, Transport, and Road Safety in Quillacollo, Bolivia. For this project, the Kanban methodology was employed to efficiently manage the workflow, and SVM (Support Vector Machines) was incorporated to achieve effective facial recognition. The proposed outcome highlights that the combination of these technologies guarantees a comprehensive and efficient system, improving the identification of offenders and operational efficiency, thereby contributing to more effective traffic control management.

Key words: Identification of offenders; Biometric identification; Facial recognition; Road safety; Biometric system

RESUMO

O reconhecimento facial é uma tecnologia de identificação biométrica que, através da análise de determinados traços caraterísticos do rosto, procura estabelecer a identidade de uma pessoa. Embora seja menos preciso do que outras formas de identificação biométrica, como a leitura das impressões digitais ou da íris, não requer contacto físico. Este trabalho centra-se no desenvolvimento de um sistema biométrico com reconhecimento facial para otimizar o procedimento de registo de casos na Direção Regional de Tránsito, Transporte e Segurança Rodoviária de Quillacollo, Bolívia. Para este projeto, foi utilizada a metodologia Kanban para gerir o fluxo de trabalho de forma ágil e foi incorporada a SVM (Support Vetor Machines) para conseguir um reconhecimento facial eficaz. O resultado proposto destaca que a combinação destas tecnologias garante um sistema abrangente e eficiente, melhorando a identificação dos infractores e a eficiência operacional, contribuindo para uma gestão mais eficaz do controlo do tráfego.

Palabras clave: Identificação de infractores; Identificação biométrica; Reconhecimento facial; Segurança rodoviária; Sistema biométrico

INTRODUCCION

El reconocimiento facial es una tecnología de identificación Biométrica, también conocida como verificación, es el proceso por el que se comparan los datos de las características de una persona con la "plantilla" biométrica de esa persona, con el fin de determinar su semejanza. En primer lugar, el modelo de referencia se almacena en una base de datos o en un elemento seguro portátil, como una tarjeta inteligente. Luego se comparan los datos almacenados con los datos biométricos de la persona para autenticarse. Aquí, lo que se está verificando es la identidad de la persona.

El reconocimiento de personas, consiste en determinar la identidad de las personas mediante sus características físicas y/o de comportamiento. La identificación Biométrica abarca el procesamiento automático de la escritura, las huellas digitales, la geometría de la mano, el rostro y sus partes, la forma de caminar, la voz, o la combinación de estas en los llamados sistemas multibiométricos (Pérez, 2014).

En particular el reconocimiento del rostro presenta ventajas sobre otros sistemas biométricos, en cuanto a que es una técnica no invasiva y puede ser utilizada tanto en aplicaciones públicas como encubiertas. Sin embargo, algunos elementos complejizan el proceso de reconocimiento de rostro; como las variaciones de las poses y las expresiones, las distintas fuentes de iluminación, las sombras, el comportamiento especular de la piel, la oclusión de sus partes

por espejuelos o prendas de vestir, el pelo, los maquillajes y el envejecimiento.

Las nuevas tecnologías de captura en 3D abarcan escáneres (Boyde, 2014), sistemas estereoscópicos (Zappa et al., 2010), sistemas con luz estructurada (Paysan et al., 2009) o sistemas de imágenes de rango (Yan y Bowyer, 2007) que se obtienen mediante dispositivos que censan la profundidad como las cámaras Kinect (Li et al., 2013). Comúnmente estas tecnologías para la identidad de las personas mediante sus características físicas y/o de comportamiento se complementan con aplicaciones que permiten el perfeccionamiento de estos modelos, mediante el rellenado de huecos (Xu et al., 2009), la regularización de la información (Zhang, Z., 2012) y el suavizado (Wang et al., 2010).

Si bien los sistemas de reconocimiento facial pueden ser diversos, todos requieren de al menos tres elementos para funcionar: una forma de capturar imágenes, un software encargado del análisis de las imágenes y una base de datos con rostros para hacer la comparación.

La precisión del sistema dependerá del acceso a una base de datos que permita la identificación de las imágenes con sujetos previamente catalogados, de que las imágenes cumplan con ciertos estándares mínimos de calidad requeridos por el software para su análisis (tamaño, luminosidad, que la imagen capture los puntos de análisis utilizados por el sistema, etc.), del modo en que los algoritmos hayan sido

“entrenados” para hacer las asociaciones entre los datos capturados y aquellos en la base de datos que permite la comparación, así como del diseño mismo del software, que indicará los parámetros precisos de acuerdo a los que se efectuarán las comparaciones para producir la identificación. Problemas en cualquiera de estos niveles pueden impedir que el sistema realice correctamente la función para la cual ha sido implementado, lo que puede traducirse en reconocimientos fallidos, discriminaciones arbitrarias y falsos positivos, todas situaciones lamentablemente comunes asociadas al uso de sistemas de reconocimiento facial, especialmente cuando se utiliza para vigilar el espacio público y para resguardar el acceso a derechos sociales.

Con el objetivo de enfrentar algunos de estos problemas y teniendo en cuenta que, en la última década el tráfico vehicular en las ciudades de Bolivia, representa un desafío constante para las autoridades, generando congestiones, accidentes y una pérdida significativa de tiempo y recursos. La Dirección Regional de Tránsito Quillacollo no es ajena a esta problemática, ya que enfrenta un flujo diario considerable de personas que realizan diversos trámites.

Cuando se utiliza para la vigilancia del espacio público y el combate del delito común, el reconocimiento facial erosiona la autonomía de las personas en favor de un sistema que pretende el control absoluto, mediante la gestión técnica de las identidades, reproduciendo las desigualdades

y exclusiones que históricamente han puesto en desventaja a las comunidades no hegemónicas.

En relación al registro de los casos de tránsito, es relevante destacar que durante el año 2022 se contabilizaron un total de 279 percances viales. Este proceso se desencadena cuando los agentes de tránsito identifican infracciones a las normas vehiculares y proceden a trasladar a los involucrados a la Dirección Regional de Tránsito de Quillacollo. En este contexto, se genera un expediente que detalla el número de infracciones, el tipo de vehículo, el lugar y hora del incidente, así como los datos completos de los implicados.

Hay que aclarar que el registro de expedientes se realiza primeramente en un cuaderno, para posteriormente ser trasladado a un documento de hoja de cálculos Excel, lo cual es muy ineficiente ya que el personal de la oficina no está capacitado para el uso de este tipo de programas y pierden un tiempo transcribiendo los datos, además de que a veces se generan errores en el ingreso de los mismos. Todo este registro en la hoja Excel está en el formato de la Dirección Departamental de Tránsito Cochabamba, donde se centraliza todos los casos de todas las unidades. Las hojas de cálculo tienen varias desventajas y estas son: la falta de seguridad, ya que se pueden eliminar, modificar o corromper fácilmente los datos además de que no se puede compartir la información de manera eficiente con la Dirección Departamental de Tránsito Cochabamba.

Además de los desafíos mencionados, la identificación de infractores de tránsito se ve obstaculizada en situaciones en las que los individuos llegan en estado de ebriedad o no pueden proporcionar información precisa sobre su identidad. En estos casos, los agentes de la policía de tránsito se ven obligados a depender de la información proporcionada por testigos o de investigaciones posteriores del caso. Esta falta de información precisa dificulta la aplicación de sanciones adecuadas a los infractores, aumenta el riesgo de errores en la identificación de los culpables y, lo que es más preocupante, genera un peligro tanto para los infractores mismos como para otros usuarios de la vía pública. La combinación de estos factores pone de relieve la necesidad de implementar estrategias más efectivas para la identificación precisa de infractores de tránsito.

Si bien la tarea de identificar infractores de tránsito presenta desafíos complejos, la tecnología de reconocimiento facial ha surgido como una herramienta prometedora para abordar algunos de estos obstáculos. Esta tecnología, ya implementada y funcionando con éxito en países como China, Estados Unidos y Europa, ofrece la posibilidad de mejorar la precisión y la eficiencia en la identificación de individuos, incluso en situaciones difíciles como aquellas que involucran a personas en estado de ebriedad o con dificultades para proporcionar información personal.

En China, se ha utilizado una variedad de tecnologías de reconocimiento facial en la aplicación de la ley, incluyendo gafas de reconocimiento facial. Estas gafas están equipadas con cámaras y software de reconocimiento facial para identificar a personas en tiempo real. La tecnología se ha utilizado en eventos deportivos y en la estación de tren de Zhengzhou, donde se ha utilizado para identificar a sospechosos y personas fugitivas (Fontdeglória, 2018).

La implementación exitosa del reconocimiento facial en la aplicación de la ley en distintos países pone de relieve el potencial de los sistemas biométricos para mejorar la eficiencia y la precisión en la identificación de individuos. Los sistemas biométricos se han convertido en una herramienta fundamental para la identificación y verificación de individuos en diversos ámbitos, desde la seguridad pública y el control de acceso hasta la asistencia financiera y la gestión de identidad. Estos sistemas se basan en la utilización de características físicas o de comportamiento único e intransferible de cada persona, como las huellas dactilares, el reconocimiento facial, el escaneo de iris, el reconocimiento de voz y el análisis de la marcha, entre otras.

En consonancia con este avance tecnológico en materia de identificación y seguridad, el proyecto que nos ocupa tiene como objetivo principal el desarrollo de un sistema biométrico con reconocimiento facial para automatizar

el registro de casos de tránsito. Este sistema innovador busca optimizar y transformar el proceso tradicional de registro de casos, introduciendo un nuevo paradigma de eficiencia, precisión y seguridad mediante la implementación de tecnologías de vanguardia como Django, Tkinter y el algoritmo de SVM.

El sistema propuesto se basa en la captura de imágenes faciales de los individuos involucrados en un caso de tránsito. Estas imágenes se procesan mediante el algoritmo de SVM (Support Vector Machines), una técnica de aprendizaje automático de gran precisión en la clasificación y reconocimiento de patrones. El algoritmo SVM permite comparar las imágenes capturadas con una base de datos, identificando de manera confiable a los individuos involucrados en el caso.

La información obtenida a través del reconocimiento facial se integra con un sistema de gestión de casos de tránsito desarrollado en Django, un framework web robusto y escalable. Esta integración permite automatizar el registro de datos esenciales del caso, como la identidad de los involucrados, la fecha, hora y ubicación del incidente, así como una descripción detallada del mismo. La interfaz gráfica del sistema se desarrolla utilizando Tkinter, una biblioteca de Python para la creación de interfaces de usuario gráficas. Esta interfaz ofrece una experiencia de usuario intuitiva y fácil de usar, permitiendo a los oficiales de tránsito registrar los casos de manera rápida y eficiente.

En consecuencia, esta investigación se diseñó considerando como problema científico: ¿Qué sistema Biométrico se debe utilizar para el reconocimiento facial para optimizar el procedimiento de registro de casos en la Dirección Regional de Tránsito, Transporte y Seguridad Vial de Quillacollo, Bolivia?

Su objetivo consistió en: proponer un desarrollar un Sistema Biométrico con reconocimiento facial para optimizar el procedimiento de registro de casos en la Dirección Regional de Tránsito, Transporte y Seguridad Vial de Quillacollo, Bolivia.

METODO

El enfoque de este estudio atendiendo a su nivel de profundidad la investigación fue un diseño no experimental con un análisis cualitativo en base a los hallazgos del levantamiento de información sobre el despliegue de sistemas de reconocimiento facial en la Dirección Regional de Tránsito, Transporte y Seguridad Vial de Quillacollo, Bolivia.

Los métodos del orden teórico: analítico-sintético, inductivo-deductivo y el análisis documental se emplea en la revisión bibliográfica sobre los sistemas Sistema Biométrico con reconocimiento facial para el procedimiento de registro de casos en la dirección regional de tránsito transporte y seguridad vial, y de orden empírico: observación participante, entrevistas grupales en su modalidad grupos de discusión.

(Porto y Ruiz, 2014).

Como instrumento se aplicó una entrevista al director de la oficina regional de tránsito. El propósito de esta entrevista fue obtener información sobre las estrategias y acciones que se están llevando a cabo para prevenir accidentes, los desafíos que se enfrentan en esta tarea y las expectativas para el futuro. De acuerdo a (Ávila et al 2020, como se citó en Aduvire, 2022), la recogida de la información y el procesamiento de los datos emerge de las respuestas a las preguntas delimitadas en formularios digitales o impresos dirigidos a los sujetos seleccionados como muestra. En ese sentido, la entrevista se aplicó a través de un formulario elaborado por los autores, aplicado a la muestra seleccionada, los resultados se tabularon en tablas estadísticas de Excel, desde donde fueron analizados e interpretados, obteniendo información cualitativa a partir de datos cuantitativos obtenidos.

En el procedimiento realizado se consideraron los sistemas de reconocimiento facial desarrollados en el marco de políticas públicas, especialmente aquellos sistemas implementados para asistir la vigilancia del espacio público y la autenticación de identidad, particularmente como medida de acceso a derechos y beneficios sociales. No se consideraron aquellos sistemas desplegados en espacios privados como tiendas, centros comerciales o bancos privados; tampoco están incluidos sistemas implementados en ámbitos como el

comercio electrónico o el acceso a dispositivos digitales o aplicaciones cuando no constituyen un condicionante para el acceso a un servicio público.

La información fue compilada a partir de las siguientes fuentes:

- a) Solicitudes de acceso a la información.
- b) Entrevistas semiestructuradas con agentes clave: empresas, agentes públicos, etc.
- c) Búsqueda por palabras-clave en mecanismos de búsqueda: buscadores diversos en internet, medios de comunicación, portales de transparencia, webs de gobiernos, etc.
- d) Consulta a organizaciones de derechos humanos, movimientos sociales, periodistas y activistas del país.

Como metodología de desarrollo este proyecto utilizó Kanban para acompañar el ciclo de desarrollo de software debido a su flexibilidad, permitiendo adaptar el proceso de desarrollo a las necesidades cambiantes del proyecto. A diferencia de metodologías más rígidas como Scrum, Kanban no impone ciclos de desarrollo predefinidos, sino que permite un flujo continuo de trabajo y una rápida respuesta a nuevas prioridades o imprevistos.

La arquitectura de software que se eligió para el proyecto es la arquitectura headless, también conocida como "Sin cabeza", este es un enfoque de diseño de software donde se separa

la interfaz de usuario (front-end) de la lógica del servidor y la gestión de datos (Novoseltseva 2020). En este estilo arquitectónico, el front-end no está directamente acoplado a un sistema específico de gestión de contenidos o plataforma, lo que permite una mayor flexibilidad y modularidad en el desarrollo.

La elección de la arquitectura headless para este proyecto se justifica de manera significativa por la facilidad que proporciona a la escalabilidad del sistema. La separación clara entre el front-end y el back-end en una arquitectura headless permite gestionar eficientemente el crecimiento del sistema sin comprometer la flexibilidad ni la coherencia en la experiencia del usuario. Además, el modularidad inherente a la arquitectura headless facilita la adición de nuevos servicios o la expansión de capacidades sin afectar directamente la interfaz de usuario.

A continuación, se describen detalladamente las diversas tecnologías web e inteligencia artificial empleadas en este proyecto. Se explica la justificación de la elección de cada una de estas tecnologías y se analizan sus distintas aplicaciones prácticas dentro del sistema, destacando cómo contribuyen a resolver la problemática planteada.

La biometría se define como el campo multidisciplinario que se enfoca en el estudio y desarrollo de técnicas para medir, analizar y reconocer características únicas y medibles de los seres vivos, con el fin de identificar, autenticar y verificar su identidad. Para capturar y analizar las

características biométricas, se utilizan diversas tecnologías y dispositivos especializados. Estos incluyen sensores de huellas dactilares, cámaras para reconocimiento facial, escáneres de iris, dispositivos de reconocimiento de voz, entre otros. Estas tecnologías permiten adquirir de manera precisa y eficiente los datos biométricos necesarios para su posterior procesamiento y comparación.

En el proceso de identificación y verificación biométrica, se emplean algoritmos y métodos para analizar y comparar las características biométricas capturadas. Estos algoritmos realizan operaciones de extracción, comparación y verificación de la información biométrica para determinar la identidad de un individuo (Boehnen, y Flynn, 2005). Algunos ejemplos comunes de algoritmos biométricos incluyen los algoritmos de coincidencia de huellas dactilares, los algoritmos de reconocimiento facial y los algoritmos de reconocimiento de iris.

Para la persistencia de datos en este proyecto usaremos PostgreSQL que es un sistema de gestión de bases de datos relacionales (SGBDR) de código abierto que se destaca por su robustez, confiabilidad y escalabilidad (OVHcloud 2024). Es una opción popular para aplicaciones que requieren un alto nivel de disponibilidad, seguridad de datos y manejo de grandes volúmenes de información.

Uno de los componentes más importantes de nuestro proyecto fue el lenguaje de programación Python debido a las múltiples ventajas que este

lenguaje aporta, las cuales se complementan perfectamente con las necesidades y características del mismo. Python cuenta con Django, un framework de desarrollo web de alto nivel que facilita la creación de aplicaciones web escalables y seguras. Django ofrece una amplia gama de funcionalidades integradas, como gestión de bases de datos, autenticación de usuarios, administración de contenido y un sistema de plantillas flexible (Gupta 2023).

En este proyecto, Django ha sido fundamental para desarrollar la base sólida de la aplicación web, permitió una gestión eficiente de la información, la creación de interfaces dinámicas y la implementación de funcionalidades robustas.

También es importante recalcar que Python es un lenguaje ampliamente utilizado en el campo del reconocimiento facial, lo que significa que existe una gran cantidad de bibliotecas y herramientas especializadas disponibles para esta tarea (Amazon Web Service 2018) Esto facilita la integración de algoritmos de reconocimiento facial en el proyecto, sin necesidad de recurrir a lenguajes o herramientas externas.

Se utilizó la biblioteca OpenCV, una biblioteca de código abierto ampliamente utilizada para el procesamiento de imágenes y el reconocimiento facial (Boesch 2024). OpenCV ha permitido implementar de manera eficiente la funcionalidad de reconocimiento facial en la aplicación, brindando una experiencia fluida y precisa para los usuarios.

En sintonía con el lenguaje de programación Python, las interfaces gráficas de este proyecto se desarrollaron utilizando la librería Tkinter. Esta librería es una herramienta de código abierto ampliamente utilizada para la creación de interfaces gráficas de usuario (Yan, y Bowyer, 2007).). Esta herramienta no solo facilitó la creación de interfaces funcionales, sino que se erigió como una herramienta fundamental para adaptarlas a los requerimientos específicos del proyecto, garantizando una experiencia de usuario excepcional.

RESULTADOS

En esta sección se presenta el producto construido como parte del proyecto, destacando las características principales y el proceso de desarrollo utilizando la metodología Kanban para acompañar el ciclo de desarrollo de software (Boyde 2014). El producto desarrollado es un Sistema Biométrico con Reconocimiento Facial para el Procedimiento de Registro de Casos de Tránsito, el cual tiene como objetivo agilizar y optimizar el proceso de registro de casos de tránsito mediante la utilización de la tecnología de reconocimiento facial. El sistema está diseñado para ser utilizado por las autoridades de tránsito para mejorar la eficiencia y la precisión en la identificación de las personas involucradas en los incidentes de tránsito.

Sobre sus características principales este sistema permite el registro de casos de tránsito mediante el reconocimiento facial de los

involucrados. El sistema captura una imagen del rostro de la persona y la compara con una base de datos de rostros previamente registrados. Si se encuentra una coincidencia, el sistema recupera la información personal de la persona y la precarga en el formulario de registro del caso. Este sistema permite obtener información de forma independiente sobre los potenciales riesgos que su diseño o implementación puedan representar para el ejercicio de los derechos de los usuarios o personas impactadas por una tecnología específica. Posibilita acceder a los procesos iterativos de mejora en que la visión de los operadores del sistema sea complementada por visiones externas que contribuyan a su mejora y evitar impactos negativos de la implementación de un sistema.

El desarrollo del sistema se llevó a cabo utilizando la metodología Kanban, un enfoque ágil de gestión de proyectos que se basa en la visualización del flujo de trabajo y la mejora continua (DoneTonic 2019). Se dividió el proyecto en ocho bloques de trabajo, cada uno con un

objetivo específico y un tiempo de entrega definido. Se implementó un tablero Kanban para visualizar el progreso de cada bloque de trabajo y gestionar el flujo de tareas. El proyecto tuvo una duración total de dos meses, durante los cuales se completaron los ocho bloques de trabajo de forma satisfactoria. La metodología Kanban permitió una gestión eficiente del tiempo y los recursos, adaptándose a los cambios y necesidades del proyecto de manera flexible.

Bloques de trabajo

A continuación, se presenta una breve descripción de cada bloque de trabajo

Bloque de trabajo I: Recopilación de Requerimientos y diseño arquitectónico: Se recopilaban los requerimientos funcionales y no funcionales del sistema, incluyendo las necesidades de los usuarios y las características del producto. También se optó por el uso de la arquitectura Headless para el desarrollo de este sistema.

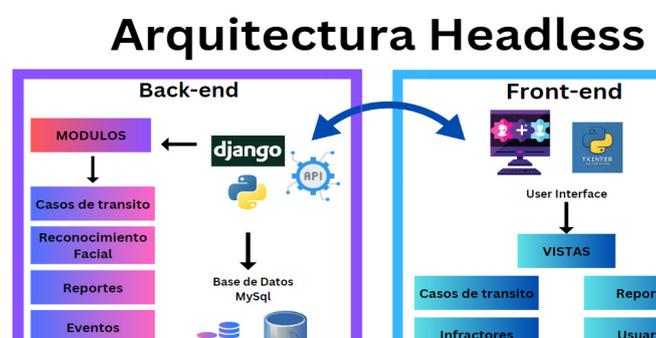


Figura 1. Diagrama de arquitectura Headless.

Bloque de trabajo II: Diseño de la Base de Datos. Se diseñó la estructura de la base de datos para almacenar la información del sistema, incluyendo tablas, relaciones y atributos

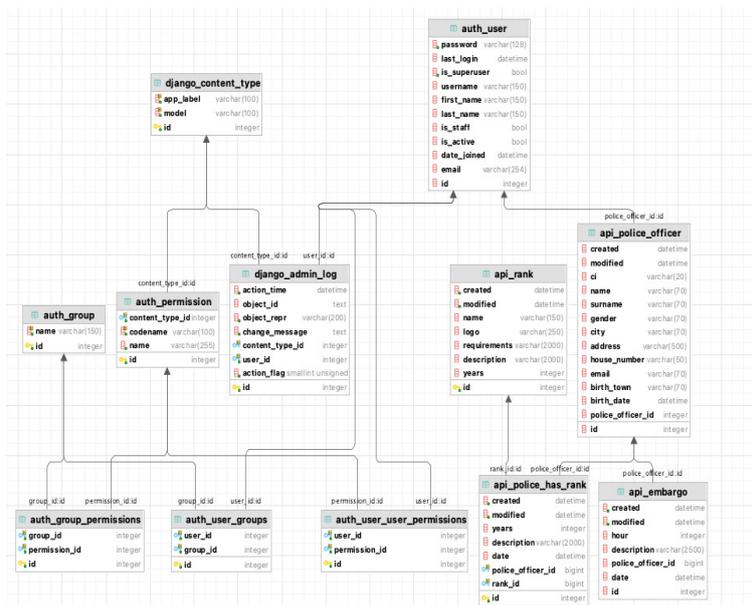


Figura 2. Diseño de base de datos.

Bloque de trabajo III: Desarrollo de rutas API. El siguiente bloque de trabajo se enfocó en el desarrollo de las rutas de la API utilizando Django para los distintos módulos del sistema. Durante

este bloque, se utilizó el framework Django para diseñar y definir las rutas que permitan la interacción con cada uno de los módulos del sistema.

```

api/token/ [name='token_obtain_pair']
api/token/refresh/ [name='token_refresh']
admin/
offender/
offender/<int:pk>/
offense/
offense/<int:pk>/
offender-image/
offender-image-list/
offender-image/<int:pk>/
police-officer/
police-officer/<int:pk>/
rank/
rank/<int:pk>/
user/
user/<int:pk>/
vehicle/
vehicle/<int:pk>/
embargo/
embargo/<int:pk>/
traffic-case/
traffic-case/<int:pk>/
traffic-case-offender/
traffic-case-offender/<int:pk>/
traffic-case-victim/
traffic-case-victim/<int:pk>/
stats/year/
stats/month/
face-detector/
camera-control/
home-camera/
video-feed/
^media/(?P<path>.*)*$
    
```

Figura 3. Rutas backend.

Bloque de trabajo IV: Módulo de Policías. El siguiente bloque de trabajo se enfocó en la implementación del módulo de policías en el sistema. Durante este bloque, se creó la ruta correspondiente en la API (Application Programming Interface) y se desarrollaron las vistas utilizando la biblioteca Tkinter para la interfaz de usuario.

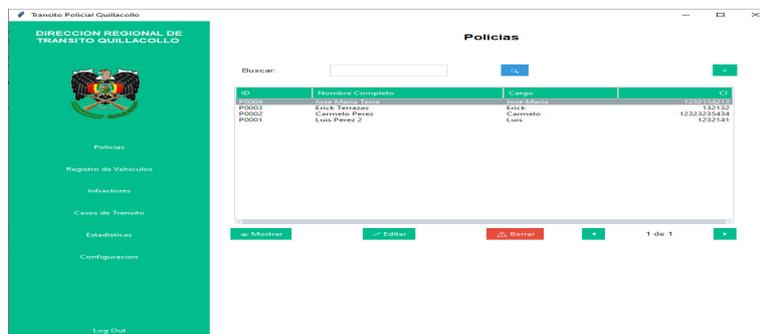


Figura 4. Interfaz de usuario: lista de policías.

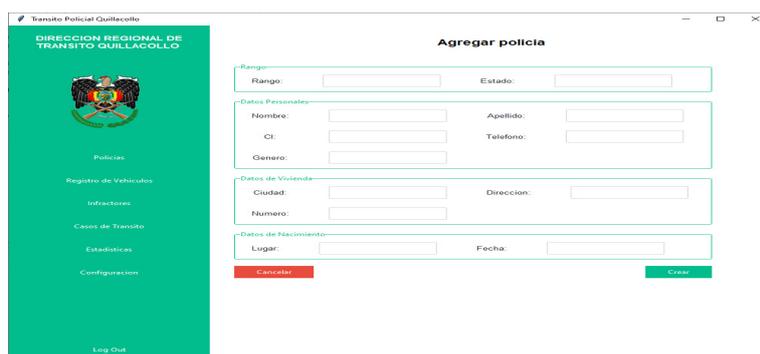


Figura 5. Interfaz de usuario: crear policía.

Bloque de trabajo V: Módulo de infractores. Este bloque de trabajo se concretó en el desarrollo del módulo de infractores abordando las distintas vistas y también probando sus funcionalidades.

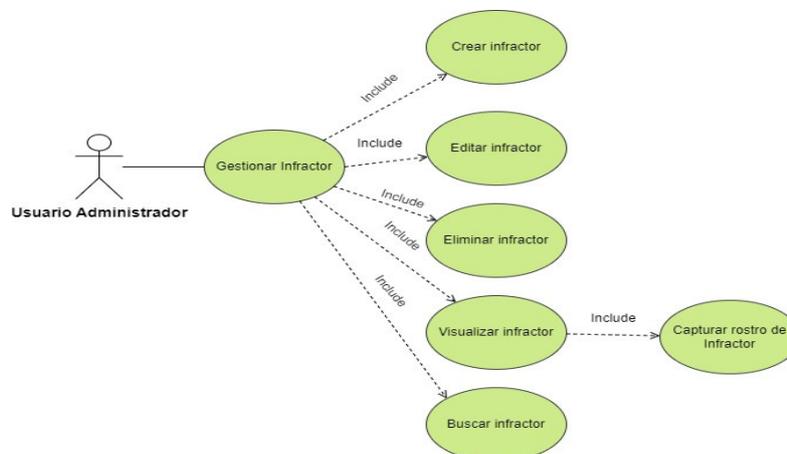


Figura 6. Diagrama de casos de uso módulo de infractores.

Figura 7. Interfaz de usuario: crear infractor.

Bloque de trabajo VI: Módulo de casos de tránsito. Durante este bloque de trabajo se realizó el módulo de casos de tránsito siendo este el módulo principal del sistema debido a que combina

la mayoría de entidades del mismo sistema y además contiene algunas funcionalidades más complejas.

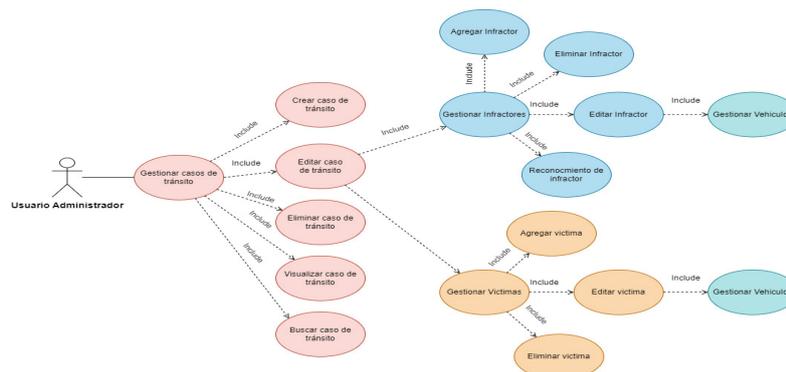


Figura 8. D. casos de uso módulo de casos de tránsito.

Figura 9. Interfaz de usuario: crear caso de tránsito.

Bloque de trabajo VII: Módulo de reconocimiento facial. Durante este bloque, se implementó un subsistema de reconocimiento facial que utilizó SVM como algoritmo de clasificación y OpenCV como biblioteca para el procesamiento de imágenes (Boesch 2024).

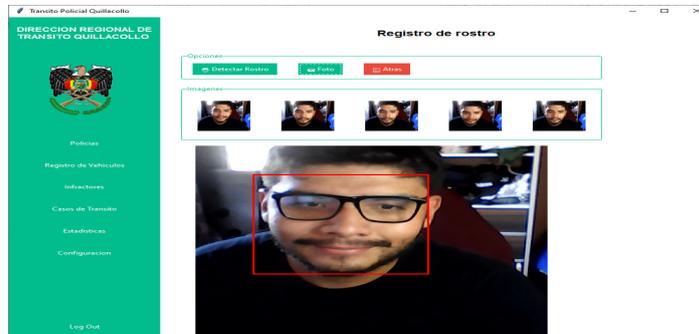


Figura 10. Interfaz de usuario: capturar rostro de infractor.

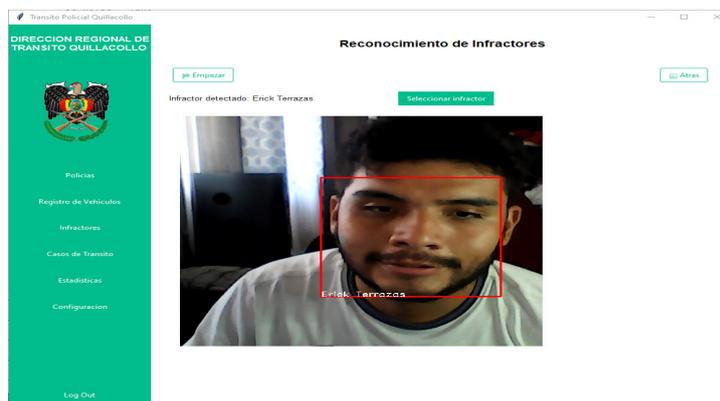


Figura 11. Interfaz de usuario: reconocimiento de infractores.

Bloque de trabajo VIII: Módulo de estadísticas. El siguiente bloque de trabajo se centró en realizar el módulo de estadísticas donde se verán los reportes de casos de tránsito anual y mensual.

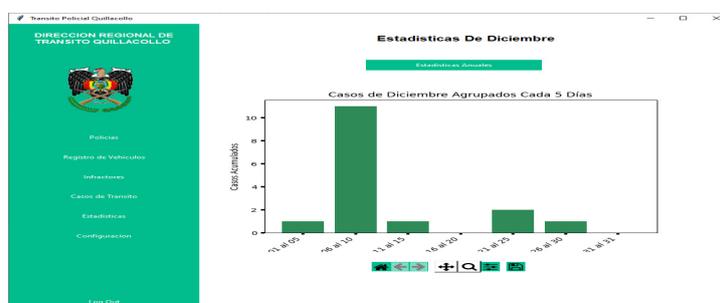


Figura 12. Interfaz de usuario: estadísticas mensuales.

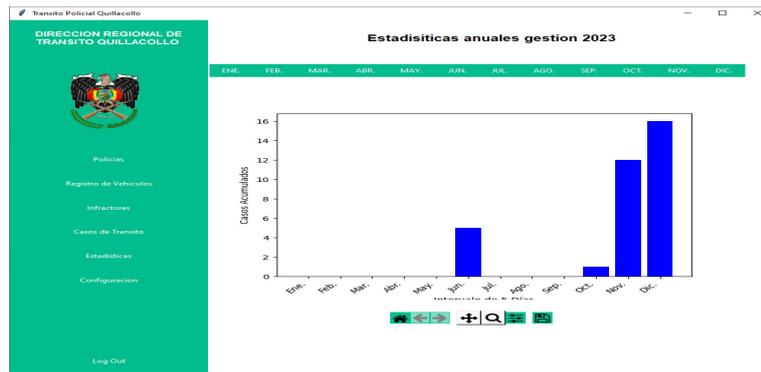


Figura 13. Interfaz de usuario: estadísticas anuales.

DISCUSIÓN

La implementación del sistema biométrico con reconocimiento facial en la Dirección Regional de Tránsito, Transporte y Seguridad Vial de Quillacollo demostró ser una solución efectiva para abordar las ineficiencias operativas y las dificultades en la identificación de infractores. Este avance tecnológico no solo moderniza el proceso de registro, sino que también ofrece múltiples beneficios que merecen ser discutidos detalladamente.

En cuanto al reconocimiento de rostros completos, existe coincidencia con el análisis de datos funcionales como alternativa para el reconocimiento automático planteado por los autores (Muñoz, et al. 2014). El sistema desarrollado ha sido valorado positivamente por los usuarios finales y los administradores de la institución. La integración de reconocimiento facial ha permitido una identificación más precisa y rápida de los infractores, eliminando errores humanos comunes en el registro manual. El uso de Django para la creación de una API robusta y la implementación de interfaces de usuario con

Tkinter han facilitado la adopción del sistema, haciéndolo accesible y fácil de usar para el personal. A continuación, se explicarán los distintos efectos del sistema:

Reducción del Tiempo de Registro

En este sentido, el sistema ha permitido una disminución significativa en el tiempo requerido para registrar casos de tránsito. Esto se debe a la automatización de procesos y la rapidez del reconocimiento facial en comparación con el registro manual. Anteriormente, los registros manuales implicaban varios pasos, como la verificación de documentos, la identificación visual y la entrada manual de datos en los sistemas de registro. Estos pasos no solo eran tediosos y propensos a errores humanos, sino que también consumían una cantidad considerable de tiempo. Con la implementación del reconocimiento facial, el proceso de identificación se ha simplificado significativamente, estudios anteriores han demostrado que la rapidez del reconocimiento facial en comparación con el registro manual es efectiva a través de criterios y métodos de

selección de bases y su impacto en el análisis de datos funcionales (Silva-Mata, et al. 2016).

Disminución de Errores

Es de gran importancia en el reconocimiento facial el impacto de los errores; esto no solo mejora la fiabilidad de los registros, sino que también asegura que las acciones legales y administrativas se basen en información precisa y verificada. Este contexto normativo y no se controla, agrava los riesgos que este tipo de tecnologías presentan al ejercicio de derechos fundamentales. Es necesario además mencionar que la mayoría de los intentos por regular las tecnologías de identificación biométrica parecen estar más preocupados por validar su implementación que de balancear sus propósitos. En ese sentido, si bien es cierto que una regulación específica en la disminución de los errores puede ser beneficiosa cuando busca subsanar deficiencias de la normativa general de protección de datos personales, eso solo será posible cuando su formulación considere un enfoque de prevención de riesgos de impacto en el ejercicio de derechos fundamentales, entre ellos notablemente privacidad y no discriminación (Parra, 2020).

La precisión del reconocimiento facial mediante SVM ha reducido los errores de identificación, asegurando que los registros sean más fiables y exactos. En los métodos tradicionales de identificación, los errores humanos, como la entrada incorrecta de datos o la confusión entre

personas con características físicas similares, eran comunes. Estos errores no solo afectaban la exactitud de los registros, sino que también podían llevar a consecuencias legales y administrativas graves. Con el uso de SVM para el reconocimiento facial, el sistema puede distinguir entre rostros con una alta precisión, minimizando la posibilidad de errores.

Flexibilidad y escalabilidad

A decir de Intelion, (2018), los sistemas de control biométrico son altamente flexibles y escalantes, lo que los hace adecuados para empresas de diferentes tamaños y tipos. Estos sistemas pueden adaptarse a las necesidades específicas de tu empresa y permiten agregar o eliminar usuarios de manera fácil y rápida. La arquitectura implementada (Headless) proporciona la flexibilidad necesaria para escalar el sistema y adaptarlo a futuras necesidades y tecnologías emergentes. Al desacoplar el frontend y el backend, la arquitectura (Headless) permite actualizaciones y modificaciones en una parte del sistema sin afectar la otra.

Esto no solo facilita la integración de nuevas funcionalidades y tecnologías, sino que también asegura que el sistema pueda evolucionar con el tiempo. La escalabilidad del sistema es esencial para manejar un volumen creciente de datos y usuarios. A medida que la población y el tráfico en Quillacollo aumentan, el sistema debe ser capaz de manejar más registros y procesar datos

de manera eficiente. La flexibilidad y escalabilidad proporcionadas por la arquitectura (Headless) aseguran que el sistema puede crecer y adaptarse a estas demandas futuras, manteniendo su rendimiento y eficiencia.

Mejora en la Eficiencia Operativa

La gestión eficaz de la de la seguridad vial en la Mejora en la Eficiencia Operativa, implica un mejor control de los procesos internos y una estructura organizativa más eficiente. Esto se traduce en una operación más fluida y menos interrupciones debido a incidentes, aumentado la productividad y reduciendo costos asociados a accidentes y daños (Flynn, y Jain, 2018). La mejora en la eficiencia operativa permite a la Dirección de Tránsito gestionar un mayor volumen de casos con los mismos recursos, lo que se traduce en un mejor servicio para la comunidad. La reducción del tiempo de registro y la disminución de errores han liberado recursos que antes se dedicaban a la corrección de errores y a la gestión de registros manuales.

Estos recursos ahora pueden ser redirigidos hacia otras áreas críticas, como la mejora de la infraestructura de tránsito y la educación vial. Además, la capacidad de gestionar un mayor volumen de casos sin necesidad de aumentar significativamente el personal o los recursos técnicos mejora la eficiencia global de la institución. Esto no solo optimiza el uso de los recursos disponibles, sino que también mejora

la calidad del servicio ofrecido a la comunidad, reduciendo los tiempos de espera y aumentando la satisfacción de los ciudadanos.

Mayor Justicia y Transparencia

La precisión en la identificación de infractores contribuye a una mayor justicia y transparencia en el proceso de registro de casos de tránsito, fortaleciendo la confianza pública en la institución. Los errores de identificación y los registros incorrectos pueden llevar a consecuencias injustas para los ciudadanos, como multas incorrectas o acusaciones injustas. Al reducir estos errores, el sistema biométrico asegura que solo los verdaderos infractores sean identificados y registrados. Esto no solo mejora la exactitud de los registros, sino que también refuerza la percepción de justicia y equidad en el sistema de tránsito. La transparencia en el proceso de identificación y registro también es crucial para mantener la confianza pública. Al utilizar tecnologías avanzadas y métodos precisos de identificación, la Dirección de Tránsito puede demostrar su compromiso con la justicia y la transparencia, lo que fortalece la confianza de los ciudadanos en la institución y en el sistema de gestión de tránsito.

Relevancia Futura

La flexibilidad y escalabilidad del sistema aseguran su relevancia futura, permitiendo integraciones con nuevas tecnologías y adaptaciones a cambios en la legislación y

políticas de tránsito. A medida que surgen nuevas tecnologías y cambian las regulaciones, el sistema debe ser capaz de adaptarse y evolucionar para mantenerse relevante y efectivo. La capacidad de integrar nuevas tecnologías, como el aprendizaje automático avanzado o la inteligencia artificial, puede mejorar aún más la precisión y eficiencia del sistema. Además, la flexibilidad para adaptarse a cambios en la legislación asegura que el sistema cumpla con las normativas y regulaciones vigentes, evitando problemas legales y administrativos. La relevancia futura del sistema no solo asegura su sostenibilidad a largo plazo, sino que también garantiza que pueda seguir proporcionando beneficios significativos a la comunidad y a la dirección de tránsito.

Finalmente, la valoración cualitativa destaca la idea de que la tecnología de reconocimiento facial permite la identificación individualizada de cualquier persona y, con eso, el acompañamiento de sus trayectos y hábitos personales en tiempo real. La transformación de tal información en metadatos que pueden, a su vez, ser almacenados y analizados de manera agregada implica la posibilidad adicional de inferir una serie de comportamientos e, incluso, intentar predecir acciones futuras.

CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos en este artículo, han revelado una notable diversidad de valoraciones y criterios sobre el Sistema Biométrico con

reconocimiento facial para el procedimiento de registro de casos en la dirección regional de tránsito, proponiendo una solución integral que mejora la eficiencia, seguridad y transparencia en la gestión de casos de transporte y seguridad Vial en Quillacollo, Bolivia.

La implementación del sistema biométrico facial, utilizando Supervised Machine Learning, ha demostrado ser una herramienta efectiva para el reconocimiento e identificación de infractores. Este sistema ha mejorado significativamente la precisión y rapidez en la identificación de personas, lo que contribuye a una gestión más eficiente y segura de los registros de casos de tránsito. Se ha diseñado tanto el modelo de negocio actual como un modelo alternativo para la Dirección Regional de Tránsito Quillacollo. Este diseño ha permitido una mejor comprensión de los procesos y ha facilitado la integración del nuevo sistema biométrico en la estructura organizativa existente, asegurando su viabilidad y sostenibilidad a largo plazo.

Finalmente, es importante destacar el desarrollo del módulo de reportes mensuales y anuales ha automatizado el proceso de generación de informes, facilitando la toma de decisiones informadas y la evaluación del desempeño del sistema. Esta automatización ha reducido la carga administrativa y ha proporcionado datos más precisos y accesibles, permitiendo un seguimiento detallado de todas las actividades y accesos. Esto ha contribuido a un mayor control y

supervisión, previniendo posibles irregularidades y garantizando la integridad del sistema.

Conflicto de intereses. Los autores declaran que no existe conflicto de intereses para la publicación del presente artículo científico

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Boehnen, C., y Flynn, P. (2005). Accuracy of 3D scanning technologies in a face scanning scenario. In 3-D Digital Imaging and Modeling, 3DIM 2005. Fifth International Conference. 310-317. IEEE. <https://realpython.com/python-gui-tkinter/>
- Boesch, G. (2024). "What is OpenCV? The Complete Guide". VisoAI. <https://viso.ai/computer-vision/opencv/>. <https://apiumhub.com/es/tech-blog-barcelona/principales-patrones-arquitectura-software>
- Boyde, J (2014). "A Down-To-Earth Guide To SDLC Project Management. Disponible en: <https://www.businessinsider.es/usa-reconocimiento-facial-estacion-autobuses-madrid-651165>
- DoneTonic, P. (2019). "Metodología Waterfall vs Metodología Agile". DoneTonic. <https://donetonic.com/es/metodologia-waterfall-vs-metodologia-agile/>
- Fontdeglòria, X. (2018). "La policía china usa gafas con reconocimiento facial para identificar a sospechosos | Mundo Global | EL PAÍS". 2018. https://elpais.com/internacional/2018/02/07/mundo_global/1518007737_209089.html
- Flynn, P. y Jain, P. (2018). "Biometría: Progreso y desafíos" <https://www.simplilearn.com/tutorials/django-tutorial/what-is-django-python>
- Gupta, A. (2023). "All You Need To Know About Django Framework". SimpleLearn. <https://www.simplilearn.com/tutorials/django-tutorial/what-is-django-python>
- Intelion, A. (2018). "El reconocimiento facial en la seguridad e investigación". Intelion. <https://intelion.isid.com/es/el-reconocimiento-facial-en-la-seguridad-e-investigacion/>
- Li, B. Mian, A., Liu, W., y Krishna, A. (2013). Using kinect for face recognition under varying poses, expressions, illumination and disguise. In Applications of Computer Vision (WACV). 186-192. http://www.oas.org/es/cidh/expresion/docs/publicaciones/INTERNET_2013_ESP.pdf
- Muñoz, D., Silva, F., Hernández, N. y Talavera, I. (2014). El análisis de datos funcionales como alternativa para el reconocimiento automático de imágenes biométricas: aplicación en el iris. *Computación y Sistemas*, 18(1), 111-121. <https://computerworld.com.br/plataformas/ministerio-publico-acusa-serpro-de-oferecer-servicio-ilegal/>
- OVHcloud, R. (2024). "¿Qué es PostgreSQL?". <http://www.ovhcloud.com/es/lp/postgresql-definition/OVHcloud>.
- Parra, A. (2020). "Técnicas de investigación cuantitativa para recolectar datos". Question Pro. <https://www.questionpro.com/blog/es/tecnicas-de-investigacion-cuantitativa/>
- Paysan, P., Knothe, R., Amberg, B., Romdhani, S., y Vetter, T. (2009). A 3D face model for pose and illumination invariant face recognition. In Advanced video and signal based surveillance, 2009. AVSS'09. Sixth IEEE International Conference on. 296-301. <https://adc.org.ar/2019/09/18/avanza-la-regulacion-del-reconocimiento-facial-en-la-legislatura-portena>
- Pérez, A. (2014). "El algoritmo SVM y sus aplicaciones empresariales". OBS Business school. <https://www.obsbusiness.school/blog/el-algoritmo-svm-y-sus-aplicaciones-empresariales>
- Porto, L., y Ruiz, J. A. (2014). Los grupos de discusión. En K. Sáenz López, & G. Támez González, *Métodos y técnicas cualitativas y cuantitativas*. 253-273. México D.F., México: Tirant Humanidades. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v6i6.4332
- Silva-Mata, F. Muñoz, D., Mendiola-Lau, V. Talavera, I. y Augier, A. (2016). Criterios y métodos de selección de bases y su impacto en el análisis de datos funcionales. *RCF Vol33-1E*.

- Silva-Mata, Muñoz, Mendiola-Lau, Talavera, y Augier, (2016). Alineación de Señales e imágenes durante la aplicación del Análisis de Datos Funcionales, RCF Vol33-1E
- Wang et al., (2010). Robust 3D face recognition by local shape difference boosting. Pattern Analysis and Machine Intelligence. 32(10), 1858-1870. <https://digitalid.karisma.org.co/2010/07/01/SIVIT-reconocimiento-facial/>
- Xu et al., (2009). Automatic 3D face recognition from depth and intensity Gabor features. Pattern recognition. 42(9), 1895-1905.
- Yan, P., y Bowyer, k. (2007). Biometric recognition using 3D ear shape. Pattern Analysis and Machine Intelligence. Rev IEEE, 29(8), 1297-1308. DOI: 10.1109/TPAMI.2007.1067
- Zappa, E., Mazooleni, P., y Hai, Y. (2010). Stereoscopic based 3D face recognition system. Procedia Computer Science, 1(1), 2521-2528. <http://leyes.senado.gov.co/proyectos/index.php/textos-radicados-senado/p-ley-2020-2021/2021-proyecto-de-ley-234-de-2020>
- Zhang, Z. (2012). Microsoft kinect sensor and its effect. Rev. IEEE, 19(2), 4-DOI:10.1109/MMUL.2012.24