

**MÓDULO DE IDENTIFICACIÓN DE ROSTROS COMO APOYO A UN ROBOT
AUTÓNOMO**

CHRISTIAN ALEXIS RENDÓN TORO

**INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA PASCUAL BRAVO
FACULTAD DE INGENIERÍA
TECNOLOGÍA EN DESARROLLO DE SOFTWARE
MEDELLÍN**

2018

**MÓDULO DE IDENTIFICACIÓN DE ROSTROS COMO APOYO A UN ROBOT
AUTÓNOMO**

CHRISTIAN ALEXIS RENDÓN TORO

Trabajo de grado para optar al título de Tecnólogo en Desarrollo de Software

Asesor Metodológico

Oscar Ignacio Botero Henao

MSc. en Gestión de la Tecnología Educativa

Asesor Técnico

Oscar Julián Galeano Echeverri

MSc. en Gestión de la Tecnología Educativa

INSTITUCIÓN UNIVERSITARIA PASCUAL BRAVO

FACULTAD DE INGENIERÍA

TECNOLOGÍA EN DESARROLLO DE SOFTWARE

MEDELLÍN

2018

Contenido

	Pág.
Introducción	8
1.1 Descripción.....	9
1.2 Formulación	9
2. Justificación	11
3. Objetivos	12
3.1 Objetivo General	12
3.2 Objetivos específicos.....	12
4. Marco Teórico.....	13
5. Metodología	18
5.1 Tipo de proyecto.....	18
5.2 Método	18
5.3 Instrumentos de recolección de la información.....	18
5.3.1 Fuentes primarias:.....	18
5.3.2 Fuentes secundarias:	19
6. Resultados	20
7. Conclusiones	21
8. Recomendaciones	22
9. Referencias bibliográficas.....	23
10. Bibliografía	24

Lista de figuras

	Pág.
Figura 1. Medellín ya tiene un estadio seguro	14
Figura 2. Recorrido de las personas en la escena mediante el uso de Amazon Rekognition en archivos de videos.....	15
Figura 3. Proceso de análisis de imagen	16
Figura 4. Arquitectura descartada en el análisis de imagen.....	17
Figura 5. Arquitectura propuesta para el análisis de imagen	17

Resumen

MÓDULO DE IDENTIFICACIÓN DE ROSTROS COMO APOYO A UN ROBOT AUTÓNOMO

CHRISTIAN ALEXIS RENDÓN TORO

La realización de este proyecto fue basada en aplicaciones de reconocimiento facial, donde se utilizó análisis de imagen para capturar el rostro de una persona a través de una webcam. Dicho proceso se logró con la investigación de diferentes métodos para reconocimiento de patrones y ayuda en librerías propias de análisis de imagen.

Además del objetivo logrado, se utilizó un modelo de arquitectura distribuido para conectarse con otras aplicaciones vía socket para comunicar y enviar un archivo entre dos aplicaciones, esto permitió disminuir los casos donde se generan interrupciones entre las dos aplicaciones cuando se estén comunicando.

Este proyecto continua en proceso de nuevas actualizaciones, donde el recorte del rostro que se ha guardado en el disco, pueda ser analizado para reconocimiento de personas en tiempo real, con su nombre.

Palabras clave: OpenCV, Identificación de rostros, procesamiento de imagen, Identificación facial.

Abstract

FACE IDENTIFICATION MODULE AS SUPPORT TO AN AUTONOMOUS ROBOT

CHRISTIAN ALEXIS RENDÓN TORO

Making of this project was based on facial recognition applications, where image analysis was used to capture the face of a person through a webcam. This process was achieved with the investigation of different methods for pattern recognition and help in libraries of image analysis.

In addition to the achieved goal, a distributed architecture model was used to connect with other applications via socket to communicate and send a file between two applications, this allowed to reduce the cases where interruptions are generated between the two applications when they are communicating.

This project continues in the process of new updates, where the clipping of the face that has been saved on the disk, can be analyzed for recognition of people in real time even, with his name.

Keywords: OpenCV, Face identification, Image processing, Face recognition

Glosario

Biométricos: medición de los rasgos y características físicas y biológicas de una persona o animales.

OpenCV: librerías abiertas y libres para análisis de imagen, la cual cuenta con algoritmos para ser reutilizados, facilitando las tareas relacionadas con visión computacional.

Pixel neighbor: técnica para determinar pixeles que se encuentran en una misma área y que están ubicados de forma cercana.

Robot Autónomo: hace alusión a mecanismos y controles para dar la sensación a un autómata de que opera por si solo, apoyado en un complejo sistema computacional para operar en el entorno humano común sin ser operado de forma remota.

ROS: (Robotic Operative System) – Sistema Operativo para Robótica.

Socket: puerto para comunicación sobre uno de los protocolos conocidos: UDP / TCP-IP.

Web Service: arquitectura para disposición de software como servicio.

Introducción

Para nadie es un secreto que la tecnología ha sido en gran medida desarrollada gracias a la milicia y la aplicación de muchos de ellos hoy en día son de uso normal de la población civil.

La inseguridad en Colombia, al igual que en el resto del mundo, es un factor social muy difícil de controlar. Eventos desafortunados como secuestros, tráfico, desapariciones, hacen necesario el contar con mecanismos mucho más eficientes en la búsqueda e identificación tanto de víctimas como victimarios.

La evolución hacia ciudades inteligentes, en gran medida utilizando cámaras y demás dispositivos relacionados; han permitido identificar recientemente personas la margen de la ley y que habían cometido delitos, ser sorprendidos por la policía. Este caso se empezó a dar en Medellín con la adquisición de este tipo de tecnología, mejorando la seguridad en la ciudad.

Una de las motivaciones que impulsó el desarrollo de este trabajo, es la de conocer el funcionamiento de este tipo de aplicaciones utilizadas para el reconocimiento de imagen, patrones orientado hacia reconocimiento facial.

1. Planteamiento del problema

1.1 Descripción

El diseño y la implementación de los robots, han venido creciendo a medida que las aplicaciones son más utilizadas en la sociedad y en el sector empresarial con mayor auge, en el cual las tareas de más precisión, repetición o altos riesgos son realizadas por robots móviles, que cuentan con autonomía para tomar algunas decisiones según lo amerite el proceso. En Colombia, la robótica se ha venido desarrollando en función del medio empresarial, como vehículos que siguen líneas, detectan obstáculos, manipuladores industriales, brazos mecánicos etc. también aéreos, acuáticos o híbridos y en función al movimiento, como los robots autónomos, tele operados y poli-articulados de uso industrial. Los diseños que se han venido implementando son usados en tareas peligrosas, repetitivas, en limpieza de tóxicos, detección de minas antipersonas, cirugías de alta precisión, soldaduras tipo industrial realizadas por brazos robóticos.

En general, robots articulados son los más usados en la actualidad, ya que su movimiento es muy similar al del brazo humano y su funcionalidad logra reemplazar al ser humano en tareas repetitivas, como las realizadas en las empresas automatizadas, como las automotrices, de bebidas, de empaque, entre otras. las cuales han tomado gran ventaja de esta tecnología reemplazando a los humanos por robots.

1.2 Formulación

La implementación del robot autónomo que sea capaz de leer (de forma regular o temporal), utilizando uno de los métodos de los llamados sistemas de identificación biométricos, el reconocimiento facial examina las características físicas de una persona en un intento de distinguirla de manera única. Lo hace en tres pasos: detección, creación de caras y verificación o identificación.

Actualmente diferentes empresas ofrecen como servicio la posibilidad de reconocer específicamente personas a través de un entrenamiento de unas redes neuronales. Lo que pretende

el proyecto no es identificación de personas, solo sus rostros en la escena, como etapa inicial de Detección.

Empresas como Microsoft, Amazon, Google entre otras, ofrecen este servicio; sin embargo, para el consumo de estos, si se realiza una depuración y se enmarca el área continua con las caras, su desempeño mejorará, no solo por los tiempos de carga de las imágenes sino también, por el área de la imagen a procesar.

2. Justificación

Al interior del semillero en Ciencias Electrónicas e Informáticas – SICEI, se viene adelantando trabajos relacionados con vehículos autónomos, como nacientes a la reciente industria. Con el apoyo del parque explora, uno de los estudiantes participo en el reto de desarrollo de visión artificial.

Este contenido debe ser transferido al reto del grupo, y así como se genera un conocimiento para continuar con los proyectos anterior al grupo.

Beneficios del proyecto

Comunicación directa visual emitida desde la cámara y receptada por el robot.

Cumplimiento de enfoque visual.

Cobertura a poblaciones con deficiencias de vista o alguna falencia física.

3. Objetivos

3.1 Objetivo General

Construir un software modular para identificación de rostro en una escena.

3.2 Objetivos específicos

Crear una aplicación que enmarque los rostros en una imagen dada.

Diseñar la arquitectura para módulos de identificación de rostros basado en reconocimiento de patrones.

Construir de forma modular con utilización de puertos la aplicación.

4. Marco Teórico

Determinar el nivel de conocimientos necesarios, para la comprensión del sistema de interacción mediante la captura de imágenes y reconocimiento facial, veremos temas relacionados con la interacción de humanos y robots, el procesamiento de imágenes el contexto en el que se realizará.

Comprobar cuáles son los problemas en las herramientas de desarrollo o si son generadas por los dispositivos electrónicos. Aplicar una solución efectiva a la problemática utilizando las herramientas y la tecnología existente en la Institución Universitaria Pascual Bravo.

Establecer el nivel de aprovechamiento de los implicados en el proyecto a desarrollar, con miras a comercializarlo en el mercado empresarial.

La robótica inteligente autónoma es un enorme campo de estudio multidisciplinario, que se apoya esencialmente sobre la ingeniería (mecánica, eléctrica, electrónica e informática) y las ciencias (física, anatomía, psicología, biología, zoología, etología, etc.). Se refiere a sistemas automáticos de alta complejidad que presentan una estructura mecánica articulada gobernada por un sistema de control electrónico y características de autonomía, fiabilidad, versatilidad y movilidad.

En esencia, los “robots inteligentes autónomos” son sistemas dinámicos que consisten en un controlador electrónico acoplado a un cuerpo mecánico. Así, estas máquinas necesitan de adecuados sistemas sensoriales, de una precisa estructura mecánica adaptable, de complejos sistemas efectores (para ejecutar las tareas asignadas) y de sofisticados sistemas de control (para llevar a cabo acciones correctivas cuando sea necesario).

Herramientas: en la actualidad la palabra herramienta abarca una amplia gama de conceptos y diferentes actividades (desde las herramientas manuales hasta las informáticas), pero siempre bajo la idea de que el término herramienta se usa para facilitar la realización de una actividad cualquiera.

Contexto actual

En la ciudad de Medellín, para el mes de enero de 2016, fue cargado un sistema de reconocimiento facial, con el fin de incrementar el nivel de seguridad en los eventos deportivos y con el apoyo de la empresa NEC (Nippon Electric Company, Limited). Para esto en las pruebas realizadas en 2018, se cargaron bases de datos con personas con antecedentes penales y posteriormente capturados, mejorando el esquema de seguridad. Otras ciudades del país han incorporado este mismo sistema en helicópteros y en cámaras fijas.



Figura 1. Medellín ya tiene un estadio seguro

Fuente: <https://www.youtube.com/watch?v=cSfwpPqw-g>

Orientación al servicio

De igual forma, hoy en día, a través de consumo de servicios, es posible adquirirlo; como es el caso de Amazon Web Services, quien provee dicho servicio. Este servicio, viene definido para identificar personas y otros objetos en la escena. Pero si se desea identificar que personas están en la escena, se deben cargar imágenes para que el software realice el entrenamiento previo para posterior identificación.



Figura 2. Recorrido de las personas en la escena mediante el uso de Amazon Rekognition en archivos de videos

Fuente: <http://www.syscomed.es/wp-content/uploads/2018/10/REKO4.jpg>

Los proveedores más significativos, se han migrado a esta iniciativa, como Microsoft Azure Cognitive Service, Oracle Computing Cloud, entre otros.

Desarrollo como componente

En el desarrollo de este trabajo, se ha realizado una aplicación que se apoya en la API de desarrollo para visión computacional, llamado OPENCV. En este el vídeo ingresado vía stream, por la webcam, es captado por la aplicación y mediante el proceso de descomposición por fotogramas del vídeo, cuadro a cuadro, es enmarcado el lugar donde se identifica que puede existir un rostro.

Este procesamiento de imagen se basa en un método de región de interés, donde los píxeles que estén juntos (pixel neighbor) y que constituyan un entrenamiento previo, son identificados como candidatos (Castrillón Santana, Kruppa, Guerra-Artal, & Hernández-Tejera, 2005).



Figura 3. Proceso de análisis de imagen

Fuente: imagen propia

Una vez realizada la identificación de uno o más rostros en la escena, se captura la imagen enmarcada en el rectángulo. Este proceso se podría enriquecer con el consumo de un servicio web, que cuente con una red neuronal para identificación de rostro.

Análisis de arquitecturas para solución

Dentro de las arquitecturas de solución analizadas, se realizaron pruebas de carga de la imagen a un Web Service con aplicaciones corriendo simultáneamente y accediendo al recurso gráfico (imagen del rostro) para su posterior identificación. Sin embargo, este tipo de arquitectura, no se recomienda puesto que ambas aplicaciones están leyendo y escribiendo simultáneamente, generando “exclusión mutua” por el Sistema Operativo. Por esta razón, se descarta esta arquitectura.

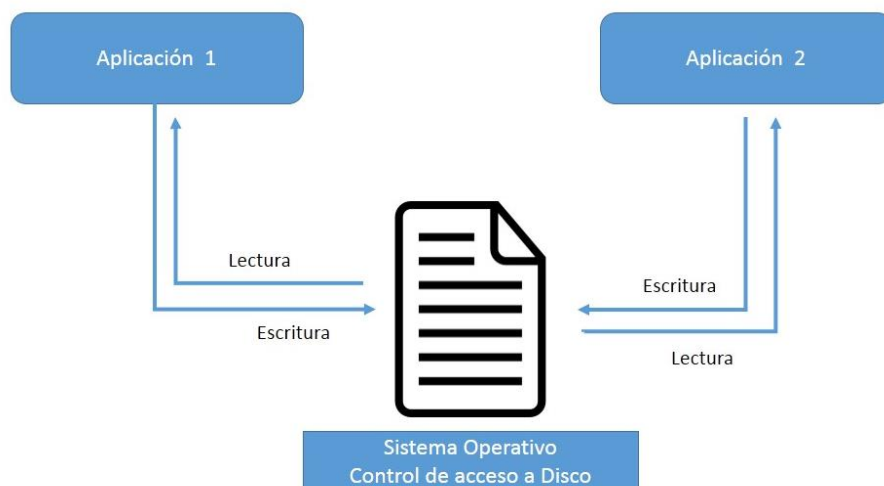


Figura 4. Arquitectura descartada en el análisis de imagen

Fuente: imagen propia

Por el contrario, revisando literatura, se encuentran una arquitectura utilizada en Robotic Operative System – ROS, la cual utiliza sockets y que realiza comunicación con mensajes en las aplicaciones o módulos encargados de cada tarea (Silva Ortigoza, y otros, 2017).

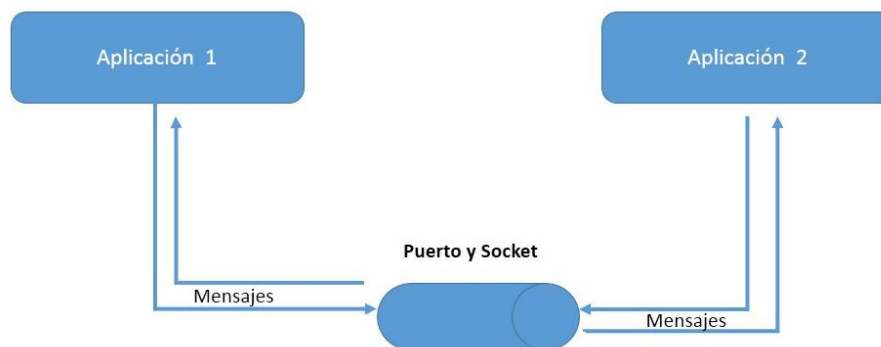


Figura 5. Arquitectura propuesta para el análisis de imagen

Fuente: imagen propia

5. Metodología

5.1 Tipo de proyecto

Aplicada: Porque a través del sondeo y rastreo bibliográfico realizado logramos identificar los procesos para un proceso de escaneo tridimensional y la forma de almacenar dicho proceso, fijando pautas para el desarrollo del proyecto del Semillero de Investigación en Ciencias Electrónicas e Informáticas – SICEI.

En el transcurso y realización de la presente investigación y desarrollo, se utiliza un enfoque basado en métodos y técnicas, para apoyar el proyecto de Desarrollo de Software.

Este proyecto beneficiará a la Institución, ya que brindará mayor competitividad en el mercado educativo de las tecnologías y las TIC, aportando a la industria local, bajo la modalidad de reto técnico de la empresa HACEB, a través de Interacpedia y Sapiencia.

5.2 Método

Se utilizará el método deductivo, porque a con la información recopilada se ajustarán los algoritmos para almacenar la información pertinente acerca de cada especie para su registro.

Se aplicarán como instrumento reuniones con el asesor y demás personal del activo del semillero de programación que tuvieron un periodo de prueba para pautar el funcionamiento de la aplicación. De igual forma se validará el correcto funcionamiento, validando las muestras recopiladas en pruebas de laboratorio con el software, una vez esté diseñado.

5.3 Instrumentos de recolección de la información.

5.3.1 Fuentes primarias: reuniones con los encargados del reto ANDI-INTERACPEDIA quienes suministran la información para el reto con la empresa HACEB, para realizar la observación directa y estudio de los modelos del negocio.

5.3.2 Fuentes secundarias: documentación de la empresa HACEB, cursos de programación, bases de datos científicas, la web.

6. Resultados

La implementación realizada fue apoyada en librerías de uso abierto opencv, la cual nos enmarco el rostro en la escena; permitiendo generar una extracción del mismo a partir del video analizado en tiempo real que se está capturando por la cámara web.

Este desarrollo permitirá ser utilizado en forma modular en posteriores desarrollos relacionados con software y robótica, gracias al diseño de la infraestructura que permite trabajar por puertos vía socket.

Se realizaron varias pruebas de la forma como enmarcar la imagen, algunas de ellas no fueron satisfactorias, debido a que se utilizaron diferentes imágenes en celulares e impresas donde igual eran enmarcados lo cual no permitiría que sea utilizado para seguridad. De igual forma se identificó de que los rostros tienen que estar de forma vertical a la cámara (frontal).

7. Conclusiones

En una siguiente iteración del software, es factible realizar el consumo de servicios con Microsoft Cognitive Services, con Amazon Web Services o cualquier otro servicio de inteligencia artificial que permita entrenar e identificar personas directamente, utilizando el recorte realizado por la aplicación.

Aunque puede ser más valioso, realizar la red neuronal que identifique a nivel local, sin el uso de consumo de servicios.

8. Recomendaciones

Durante la recopilación de información y verificación del estado del arte, se detectó una gran cantidad de aplicaciones que permiten a través de redes neuronales, ser entrenadas para reconocimiento de personas basado en sus rostros. Como futuras implementaciones y mejoras, es factible que la aplicación acá desarrollada utilice este tipo de funcionalidad. Gracias a la forma en que está construida, es posible utilizar el rostro que fue enmarcado, recortado y llevado como archivo, para validar frente a un servicio de Microsoft Azure, Oracle Cloud o cualquier otro.

Esta recomendación se hace pensando en la elaboración de una segunda versión que puede ser implementada con un poco más de tiempo. De igual forma, la verificación de literatura donde se pueda profundizar en el tema de técnicas de reconocimiento de imagen y específicamente de rostros.

Cabe mencionar que pueden darse algunos falsos positivos en la ejecución de la aplicación, es decir, que el software pueda reconocer que existe un rostro en la escena cuando no existe

9. Referencias bibliográficas

(10 de 11 de 2016). Obtenido de <http://www.thebirdxtreme.com/ePub%20>

Castrillón Santana, M., Kruppa, H., Guerra-Artal, C., & Hernández-Tejera, M. (2005). Towards Real-Time Multiresolution Face/Head Detection. *Inteligencia Artificial. Inteligencia Artificial. Revista Iberoamericana*, 63-72.

Fernandez, I. (2010). *Diseño y desarrollo de una interfaz*. Lulu pres.

Guia digital. (4 de 5 de 2017). Obtenido de <http://www.guiadigital.gob.cl/articulo/que-es-una-interfaz>

Silva Ortigoza, R., García Sánchez, J., Barrientos Sotelo, V., Molina Vilchis, M., Hernández Guzmán, V., & Silva Ortigoza, G. (2017). UNA PANORÁMICA DE LOS ROBOTS MÓVILES . *Revista Electrónica de Estudios Telemáticos*, 1-14.

thebirdxtreme. (10 de 11 de 2016). Obtenido de <http://www.thebirdxtreme.com>

Weitzenfeld, A., & Ford Dominey, P. (2006). Cognitive Robotics: Command, Interrogation and Teaching in Robot Coaching. *Springer*.

10. Bibliografía

- Bromby, Michael C., Computerised Facial Recognition Systems: The Surrounding Legal Problems (September 1, 2000). L.L.M. Dissertation, Faculty of Law, University of Edinburgh. Available at SSRN: <https://ssrn.com/abstract=1551840> or <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.1551840>
- Elfenbein, Hillary Anger, Learning in Emotion Judgments: Training and the Cross-Cultural Understanding of Facial Expressions. *Journal of Nonverbal Behavior*, 2006. Available at SSRN: <https://ssrn.com/abstract=790454>
- Elfenbein, Hillary Anger and Foo, Maw Der and White, Judith B. and Tan, Hwee Hoon and Aik, Voon-Chuan, Reading Your Counterpart: The Benefit of Emotion Recognition Accuracy for Effectiveness in Negotiation (August 25, 2006). Available at SSRN: <https://ssrn.com/abstract=926577> or <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.926577>
- Lynch, Jennifer, What Facial Recognition Technology Means for Privacy and Civil Liberties (July 18, 2012). Available at SSRN: <https://ssrn.com/abstract=2134497> or <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.2134497>
- Surden, Harry, Machine Learning and Law (March 26, 2014). *Washington Law Review*, Vol. 89, No. 1, 2014. Available at SSRN: <https://ssrn.com/abstract=2417415>