



UNIVERSIDAD TÉCNICA PARTICULAR DE LOJA

SISTEMA PARA REALIZAR EL CONTEO AUTOMÁTICO DE PERSONAS MEDIANTE TÉCNICAS DE IA.

DOCENTE:

Ing. Jorge Cordero

MATERIA:

INTELIGENCIA ARTIFICIAL AVANZADA

ESTUDIANTE:

Cristian Daniel Gaona Sánchez
Luis Alfredo Jaramillo Uday

ABRIL– AGOSTO/2020

1. Introducción

Durante los últimos años, el uso de técnicas de visión por computador en aplicaciones reales se ha incrementado de gran manera. Grandes ejemplos de esto son sistemas de reconociendo de rostros, conteo automático de personas, procesamiento de imágenes médicas y detección de vehículos y peatones para ayudar a la conducción. Todo esto sumado a la disminución de precios en dispositivos de captura de imágenes, esto debido a los grandes avances en cuanto a tecnología se refiere, además de la creación de un gran número de algoritmos que son sólidamente desarrollados en fundamentos teóricos durante los últimos años.

El conteo automático de personas es una aplicación que ha logrado ser aplicada con éxito, muchos especialistas en el tema aseguran que un sistema de conteo de personas es parte integral y fundamental de un sistema de vigilancia automático. Siendo el principal objetivo de este, conocer con exactitud las personas que entran y salen de lugares pasando por una puerta, siendo utilizados en lugares como supermercados, en el transporte público, tanto en los buses como en las paradas, en centros de convenciones, instituciones públicas y privadas., etc. Este proyecto busca la implementación de un sistema de conteo automático de personas basado en algoritmos de detección en zonas específicas para su funcionamiento de manera óptima y veraz.

2. Objetivos

2.1. Objetivo general

- Implementar un sistema de conteo de personas usando visión artificial mediante técnicas de Inteligencia artificial, bajo una plataforma de software libre como Python, OpenCV y Linux.

2.2. Objetivos específicos

- Revisión exploratoria de trabajos relacionados sobre conteo de personas, detección de objetos en movimiento y en base a ellos realizar una propuesta de solución.
- Indagar sobre componentes, técnicas, algoritmos, métodos y mejores prácticas de Inteligencia artificial para desarrolla un sistema de conteo de personas.
- Someter el sistema a pruebas experimentales bajo distintos escenarios y variables para evitar falsos positivos.

3. Marco Teórico

Visión por computadora: adquisición, procesamiento identificación y clasificación de patrones que se pueden encontrar en las imágenes digitales.

Pixel: Elemento fundamental sobre el cual se construyen las imágenes digitales, a saber, cada pixel aporta información de la imagen sobre color, intensidad u otro según el formato usado.

Imagen: arreglo bidimensional de pixeles en forma de matriz o mapa de bits, que dependiendo del tipo de representación obtendrá distintos formatos como RGB, HSV, Gray Scale, binarizada.

Python: Lenguaje de programación de alto nivel, para propósitos generales, cuya filosofía se centra en la fácil interpretación tal que su sintaxis permite a los programadores plasmar conceptos en pocas líneas de código para diferentes escalas de complejidad. Python puede ser comprimido en programas ejecutables sobre casi cualquier tipo de plataforma y sin instalación de intérpretes adicionales.

OpenCV (Open Source Computer Vision): Librería desarrollada en C y asegura una portabilidad rápida del código para múltiples plataformas de tipo embebido. Librería de funciones especializada en el procesamiento de imágenes enfocada especialmente en la visión artificial en tiempo real. Es aplicado en áreas:

- Herramientas para caracterización 2D y 3D
- Reconocimiento facial
- Reconocimiento de gestos
- Robótica Móvil
- Segmentación y reconocimiento
- Visión Estéreo
- Seguimiento de movimientos
- Realidad Aumentada.

Reconocimiento de objetos: El mecanismo básico consiste en la comparación de la imagen de un objeto con una representación del objeto almacenada en la memoria.

4. Trabajos Relacionados

4.1 SISTEMA PARA CONTEO DE PERSONAS BASADO EN VISION POR COMPUTADOR

La detención y el conteo de personas es un método ampliamente utilizado para el monitoreo y la videovigilancia, se realiza el conteo de personas a partir de imágenes planas y con una cámara ubicada en una posición cenital en un entorno interior. Emplean un algoritmo denominado Canny que lo primero que hace es suavizar la imagen para eliminar el ruido, se encuentra el gradiente de la imagen para resaltar las regiones con altas derivadas espaciales, el algoritmo sigue las pistas de esas regiones y suprime cualquier pixel que no esté al máximo. Al distinguir las características de la persona el sistema la detecta y entra en una condición tanto de entrada o de salida ya que puede dirigirse a cualquiera de los dos sentidos sin que afecta el sistema (Chamorro, 2017) . La validación se da cuando la persona salga del área de detección y decida entrar o salir del sitio, al darse esto el sistema realiza el conteo tanto de ingreso como de salida según corresponda. El sistema de conteo de personas se divide en dos partes:

- Monitoreo de la imagen
- Adquisición de la imagen

Todo el sistema está realizado en Python a través de la biblioteca OpenCV que permite visualizar datos procedentes de la cámara, indicando la cantidad de personas que entraron o salieron de un sitio en particular.

Emplean una serie de condiciones que permiten comprobar si la persona está en la zona de detección, además contiene límites para comprobar si la persona entra o sale de un sitio.

4.2 SISTEMA DE CONTEO AUTOMÁTICO DE FLUJO DE PERSONAS POR MEDIO DE VISIÓN ARTIFICIAL

Implementación de un contador de personas versátil, capaz de trabajar en tiempo real, y sobre cualquier tipo de fuente de video, se basa en soluciones de código abierto de tal forma que no haya restricción de ningún tipo, implementación de dos algoritmos diferentes **HOG Descriptor, background Subtractor MOG2**, programados en Python y Liberia Open CV para identificar peatones, además utiliza Meanshift para eliminar objetos no deseados y no capturar falsos positivos. En el trabajo de investigación se identifica el algoritmo óptimo (HOG Descriptor) en cuenta a recursos de hardware y precisión para realizar un conteo de personas sobre un entorno real controlado.

Al final se tiene como resultados dos algoritmos de identificación que se pueden llevar a otras aplicaciones como seguridad y vigilancia sobre múltiples plataformas gracias al lenguaje de programación el cual puede ser portado fácilmente sin restricciones de ningún tipo. El uso de ambos algoritmos es confiable siempre que se defina el escenario donde se implementa trazado los parámetros correctos y fijando las pautas de comportamiento del entorno (Moreno, 2016).

4.3 CONTEO DE PERSONAS EN IMAGEN Y VIDEO MEDIANTE LA TÉCNICA DE VIOLA-JONES A TRAVÉS DE CLASIFICADORES HAAR UTILIZANDO SOFTWARE LIBRE.

Consiste en un sistema informático que realiza conteo automático de personas mediante detección de rostros en diversos ambientes a partir de una secuencia de imágenes capturadas a través de una cámara web. Las imágenes obtenidas las pre procesa utilizando técnicas existentes de procesamiento de imagen, utiliza la técnica Viola-Jones a través de clasificadores de Haar la cual posibilita la detección de rostros humanos en imagen, toda esa información se almacena en una base de datos. Utiliza la librería OpenCV.

Luego de obtener un resultado se analiza la efectividad de la detección y el conteo según cada técnica empleada y varias categorías de escenarios presentados, manipulando variables como iluminación, cantidad de personas, tamaño de resolución de la imagen tratada (Vera & Martínez, 2018).

4.4 SISTEMA DE VISIÓN ARTIFICIAL PARA CONTEO DE OBJETOS EN MOVIMIENTO

Consiste en un artículo que hace introducción a diferentes conceptos y metodologías utilizadas en la construcción de visión artificial para el reconocimiento de patrones, además describe los resultados obtenidos durante el estudio y desarrollo de un sistema de visión artificial para el conteo de personas que se mueven dentro de un espacio cerrado, en este artículo se toma en consideración varios aspectos: método para obtener las imágenes, las diferentes técnicas de procesamiento y la manera en cómo la información obtenida será interpretada a través de procesos de manipulación. El objetivo principal del proyecto es reconocer y contar el número de personas en movimiento (Loiza, Manzan, & Luis, 2012).

4.5 PROTOTIPO DE UN DISPOSITIVO DE CONTEO AUTOMÁTICO DE PERSONAS

Desarrollo de un prototipo de un dispositivo de conteo automático de personas, el cuál es un sistema portátil que posee una cámara de vídeo que captura imágenes y una computadora que analiza estas imágenes ejecutando el algoritmo de Detección rápida de objetos usando cascadas impulsadas de características simples que detecta los rostros humanos presentes en el campo de visión de la cámara. Se ejecuta después un algoritmo de aprendizaje automático llamado Regresión lineal múltiple que permite reducir el porcentaje de error de detección de rostros a cero en 350 iteraciones con imágenes probadas.

Los algoritmos son implementados en una tarjeta Raspberry PI 3 y el número de personas que la cámara detecta es mostrado en una pantalla de cristal líquido. El trabajo contribuye al desarrollo de sistemas de conteo de personas portátiles basados en visión por computadora (García, 2016).

4.6 UN ESTUDIO COMPARATIVO DE TÉCNICAS DE DETECCIÓN HUMANA BASADAS EN LA VISIÓN EN APLICACIONES DE CONTEO DE PERSONAS

Consiste en un artículo comparativo, el cual da a conocer la existencia de varios algoritmos basados en visión para el conteo de personas. Cada uno de este algoritmo funciona de manera diferente en términos de eficiencia, flexibilidad y precisión para diferentes escenarios interiores. Por lo tanto, evaluar estos algoritmos con respecto a diferentes escenarios de aplicación, condiciones ambientales y orientaciones de la cámara proporcionará una mejor opción para la implementación real. Se toman en cuenta tres enfoques basados en cámaras para la detección humana, los mismos se analizan en cuanto a diferentes orientaciones de cámaras, densidad de personas, condiciones de iluminación y oclusiones (Chakravartula & Aparna, 2015).

4.7 CONTANDO PERSONAS POR RGB O CÁMARAS AÉREAS DE PROFUNDIDAD

En este artículo presentamos un método basado en la visión para contar el número de personas que cruzan una línea virtual. El método analiza el flujo de video adquirido por una cámara montada en una posición cenital con respecto a la línea de conteo, lo que permite determinar el número de personas que cruzan la línea virtual y proporciona la dirección de cruce para cada persona. El enfoque propuesto ha sido diseñado específicamente para lograr una alta precisión y eficiencia computacional, a fin de permitir su adopción en escenarios reales. Se ha llevado a cabo una evaluación exhaustiva del método teniendo en cuenta los principales factores que pueden afectar el rendimiento del conteo y, en particular, la tecnología de adquisición (cámara RGB tradicional y sensor de profundidad), el escenario de instalación (interior y exterior), la densidad del flujo de personas (personas aisladas y grupos de personas), la velocidad de fotogramas de adquisición y la resolución de la imagen. También se ha analizado la combinación de las salidas obtenidas de los sensores RGB y de profundidad como una forma de mejorar el rendimiento del conteo. Los resultados experimentales confirman la efectividad del método propuesto, especialmente cuando se combina información RGB y de profundidad, y las pruebas en tres arquitecturas de CPU

diferentes demuestran la posibilidad de implementar el método en servidores de alta gama para procesar en paralelo un gran número de transmisiones de video y en CPU de baja potencia como las integradas en cámaras inteligentes comerciales (Pasquale, Greco, Percannella, & Mario, 2016).

5. Metodología de Aplicación

Basados en la revisión exploratoria de material literario, hemos establecidos varios aspectos que nos ayudaran a realizar satisfactoriamente el proceso de conteo automático de personas, a continuación, detallamos los aspectos a tomar en cuenta para el desarrollo.

5.1 Esquema del sistema de visión artificial

Todo sistema de visión artificial sigue el proceso general representado de manera sistemática, en el diagrama se puede apreciar de forma general del esquema de visión artificial. Se puede observar que inicia con un escenario de personas en movimiento del cual se adquiere las respectivas imágenes, pasa a un proceso de segmentación que consiste en dividir una imagen digital en regiones homogéneas, después de este proceso pasa a la detección de regiones en donde se utilizan técnicas basadas en la similitud: binarización, apoyada en el uso de umbrales; crecimiento de regiones, división de regiones, similitud de textura, color o niveles de gris. El proceso de descripción empieza una vez que se han destacado los bordes o las regiones como elementos de interés, este proceso consiste en extraer propiedades o atributos para su uso en las aplicaciones, en el proceso de detección de movimiento y seguimiento permite diferenciar el fondo de la escena de los objetos que se encuentran en movimiento, distinguir los objetos en movimiento detectados que corresponden a una persona o al tipo de forma que quiere reconocer y hacer el seguimiento dentro de la escena.

A continuación, lo describimos gráficamente, para un mejor entendimiento.

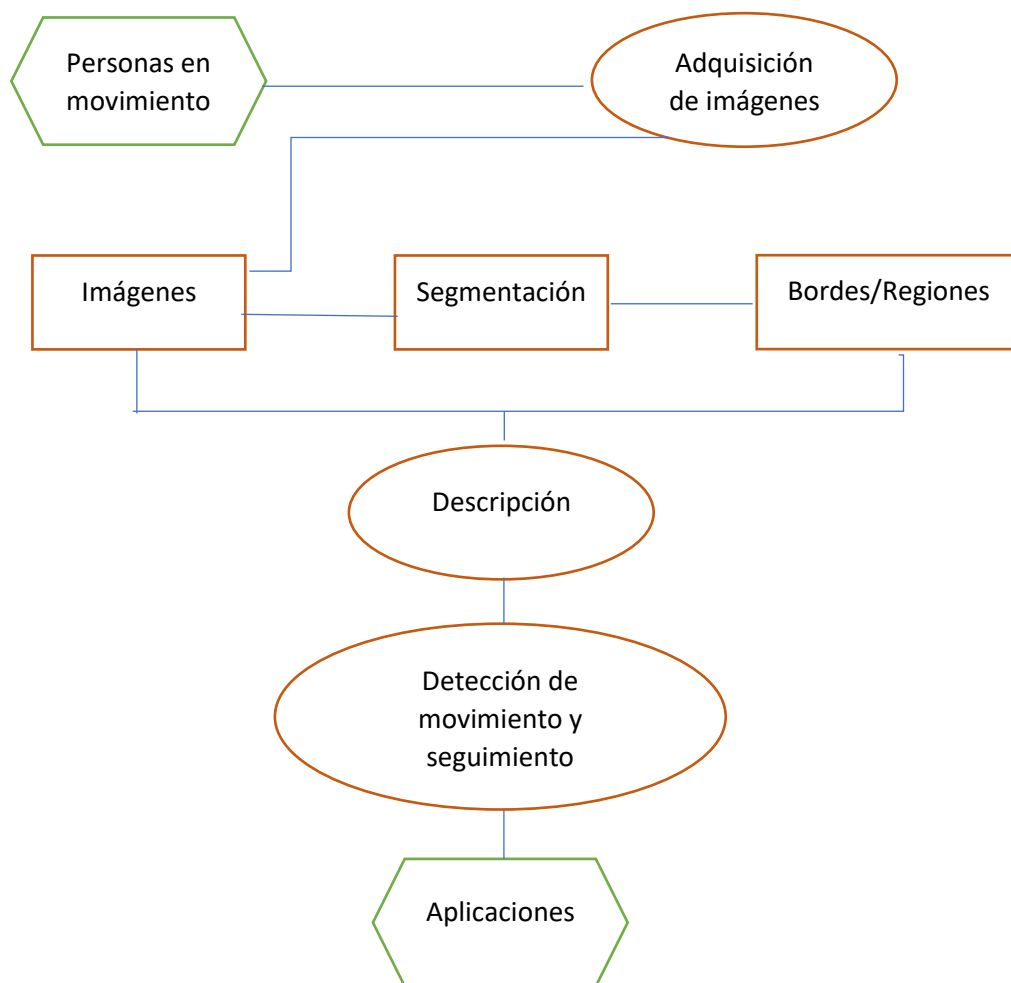


Figura 1. Esquema del sistema

5.2 Tabla de recursos

Basados en los trabajos relacionados revisados y presentados anteriormente hemos desarrollado una tabla explicativa de los diferentes componentes o recursos utilizados en los diferentes trabajos, recursos como el lenguaje de programación, librerías, algoritmos, metodologías y el sistema operativo en donde se llevó a cabo dichos proyectos, nos ayudara a entender y establecer una mejor metodología acorde a nuestras necesidades.

TRABAJO RELACIONADO	LENGUAJE DE PROGRAMACIÓN	LIBREARÍAS	ALGORITMOS	METODOLOGÍA	SISTEMA OPERATIVO
SISTEMA PARA CONTEO DE PERSONAS BASADO EN VISION POR COMPUTADOR	Python 2.7	OpenCV	Canny	Enfoque, Recorrido y Día/Hora	Linux
SISTEMA DE CONTEO AUTOMÁTICO DE FLUJO DE PERSONAS POR MEDIO DE VISIÓN ARTIFICIAL	Python	OpenCV 3.0	HOG Descriptor, background Subtractor MOG2		Windows, Linux
CONTEO DE PERSONAS EN IMAGEN Y VIDEO MEDIANTE LA TÉCNICA DE VIOLA-JONES A TRAVÉS DE CLASIFICADORES HAAR UTILIZANDO SOFTWARE LIBRE.	Python	OpenCV		Viola-Jones	Linux
PROTOTIPO DE UN DISPOSITIVO DE CONTEO AUTOMÁTICO DE PERSONAS	Python	OpenCV	Algoritmo de regresión lineal con múltiples variables o multivariable	Viola-Jones	Linux
UN ESTUDIO COMPARATIVO DE TÉCNICAS DE DETECCIÓN HUMANA BASADAS EN LA VISIÓN EN APLICACIONES DE CONTEO DE PERSONAS	Python	OpenCV	Conteo de personas basado en el marco de conteo. Conteo de personas basado en la transformación circular de Hough (CHT).		

			Histograma de conteo de personas basado en gradientes orientados		
--	--	--	--	--	--

Tabla 1. Recursos trabajos relacionados.

5.3 Componentes

5.3.1 Hardware

- **Computador:** Recurso que nos permitirá realizar todo el proceso de desarrollo y prueba del sistema de conteo automático de personas.

5.3.2 Software

- **Windows**

Es el nombre de una familia de distribuciones de software para PC, teléfonos inteligentes, servidores y sistemas empotrados, desarrollados y vendidos por Microsoft y disponibles para múltiples arquitecturas, tales como x86, x86-64 y ARM.

- **Python**

Es un lenguaje de programación interpretado cuya filosofía hace hincapié en la legibilidad de su código. Se trata de un lenguaje de programación multiparadigma, ya que soporta orientación a objetos, programación imperativa y, en menor medida, programación funcional.

- **OpenCV**

Es una librería open source de visión por computador, análisis de imagen y aprendizaje automático. Para ello dispone de infinitud de algoritmos que permiten, con sólo escribir unas pocas líneas de código, identificar rostros, reconocer objetos, clasificarlos, detectar movimientos de manos, etc.

- **Jupyterlab**

Permite registrar las sesiones de trabajo con Python en cuadernos electrónicos, que pueden incluir otros contenidos además del código fuente.

- **Numpy**

Es una extensión de Python, que le agrega mayor soporte para vectores y matrices, constituyendo una biblioteca de funciones matemáticas de alto nivel para operar con esos vectores o matrices.

5.4 Método

Para el sistema de conteo automático de personas se optará por un sistema operativo Windows 10 pro, utilizando el lenguaje de programación Python, el cual por medio de “OpenCV” que es una librería open source, nos proporcionara los algoritmos necesarios

para el reconocimiento de objetos y de rostros durante el procesamiento de imágenes, además se hará uso de la biblioteca principal para la computación científica Numpy, que proporciona un objeto matriz multidimensional de alto rendimiento y herramientas necesarias para trabajar con dichas matrices. Para escribir y ejecutar código mediante un navegador web por celdas utilizaremos Jupyter y Colab Notebooks, debido a que las computadoras portátiles Jupyter hacen que sea muy fácil jugar con el código y ejecutarlo por partes, Colab contiene características bastante importantes las cuales son particularmente adecuadas para el aprendizaje automático y el análisis de datos, se ejecuta completamente en la nube, no requiere ningún tipo de configuración y tiene accesos gratuitos a GPUs, dado que ya viene preinstalado por defecto la mayoría de paquetes necesarios.

5.5. Arquitectura del sistema de conteo de personas

Se utilizará métodos de sustracción de fondo, que nos permite generar una máscara de primer plano es decir una imagen binaria del video que contiene los píxeles que pertenecen a objetos en movimiento dentro de la escena captada, mediante el uso de cámaras estáticas.

El método de sustracción de fondo calcula la máscara de primer plano realizando una resta entre el cuadro actual y un modelo de fondo, que contiene la parte estática de la escena, o, más en general, todo lo que puede considerarse como fondo dadas las características de la escena observada. En la siguiente imagen se observa la inicialización del marco actual y en el background model se observa la actualización de antecedentes, para adaptarse a los posibles cambios de la escena.

Como datos de entrada se utilizará videos grabados previamente desde cámaras ubicadas a gran altura que nos permiten observar las personas que pasan por un lugar específico. Como resultados se obtiene la captura de objetos en este caso de personas que pasa por un proceso de segmentación de regiones que encierra en un recuadro verde a las personas en movimiento, captando así el número de personas en movimiento.

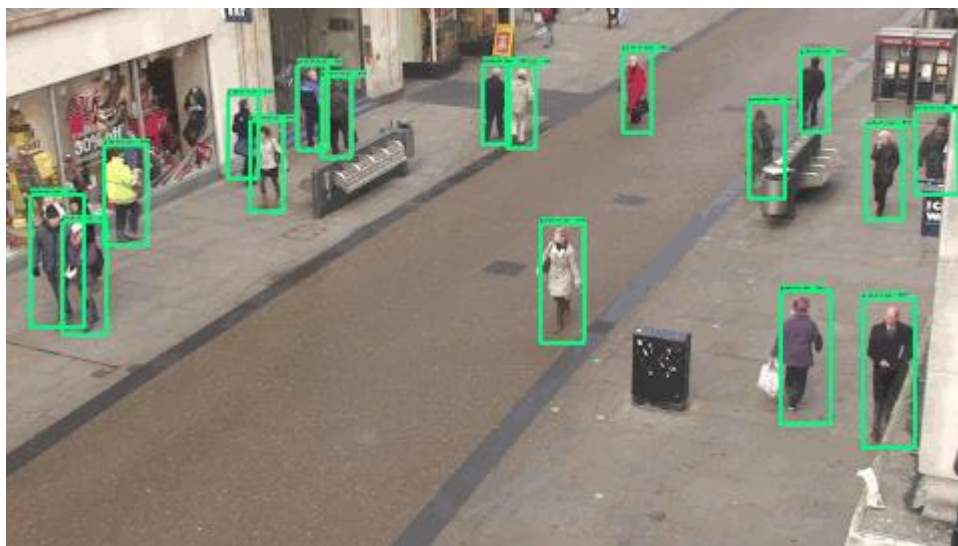
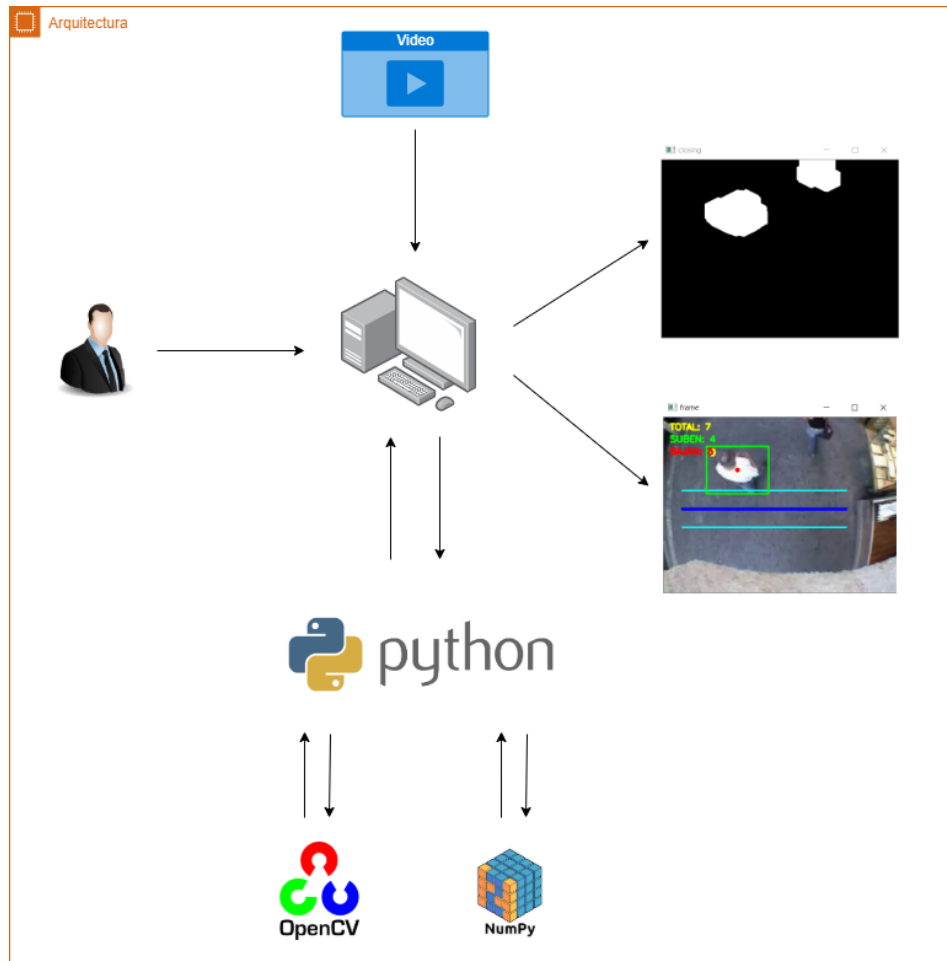


Figura 1. Perspectiva de conteo de personas.



Dentro del funcionamiento del sistema en el campo de prueba se pueden señalar varias características que nos permitirán entender el funcionamiento, como por ejemplo la detección y seguimiento de personas, el cual será representado por medio de rectángulos (Figura 2), que señalaran a las personas que han ingresado en la zona de detección, seguido a esto se realizará un listado de todas las personas únicas que han aparecido. Si una persona aparece varias veces en la zona de detección, luego se aleja y nuevamente vuelve a aparecer más tarde, el sistema deberá ser capaz de reconocer si es la misma persona y no volverla a listar por segunda vez.

Bibliografía

- Chakravartula, A., & Aparna, C. V. (2015). *A Comparative Study of Vision based Human Detection Techniques in People Counting Applications*. Obtenido de ScienceDirect: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877050915021754>
- Chamorro, J. (Septiembre de 2017). Obtenido de Semantic Scholar: <https://pdfs.semanticscholar.org/da58/4e4aee783fb59f51de8bb0f21617ae583789.pdf>
- García, E. (Junio de 2016). *Prototipo de un dispositivo de conteo automático de personas*. Obtenido de Researchgate: https://www.researchgate.net/publication/316819464_Prototipo_de_un_dispositivo_de_conteo_automatico_de_personas
- Loiza, Á., Manzan, D., & Luis, M. (Diciembre de 2012). *Sistema de visión artificial para conteo de objetos en movimiento*. Obtenido de Redalyc: <https://www.redalyc.org/pdf/478/47826850010.pdf>
- Moreno, W. (Mayo de 2016). Obtenido de Universidad Distrital Francisco José de Cladas: <http://repository.udistrital.edu.co/bitstream/11349/7363/1/GarciaPiraguaAndresMauricio2016.pdf>
- Pasquale, L. D., Greco, A., Percannella, G. P., & Mario, V. (2016). *Counting people by RGB or depth overhead cameras*. Obtenido de ScienceDirect: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0167865516301179>
- Vera, D., & Martínez, A. (2018). *Conteo de personas en imagen y video mediante la técnica de Viola-Jones a través de clasificadores Haar utilizando software libre*. Ciudad del Este.