

APLICACIONES DE LA VISIÓN ARTIFICIAL PRÁCTICA NO. 3

María Camila Restrepo Duque e-mail:
mariarestrepo164618@correo.itm.edu.co
Jorge Alexander David Rodríguez e-mail:
jorgedavid248961@correo.itm.edu.co

28/04/2022

RESUMEN: *En esta práctica buscamos potenciar las habilidades adquiridas con el lenguaje de programación basado en Python a través del entorno de desarrollo Visual Studio Code. Además de aprender a tener un reconocimiento de las aplicaciones y los procesos por medio de visión artificial para la respectiva modificación o restauración de colores, contrastes y luces.*

PALABRAS CLAVE: *Programación, Código de barras, Iluminación, Imagen digital, VS Code, Python.*

OBJETIVO GENERAL

En esta práctica, nos basaremos en potenciar habilidades adquiridas con el lenguaje de programación basado en Python por medio del entorno de desarrollo de Visual Studio Code. Además de llevar a cabo una secuencia de instrucciones respecto a la iluminación utilizada en imágenes, reconociendo los diferentes tipos de iluminación existen y que son usadas en las aplicaciones de Visión Artificial para obtener información más detalladas. También se busca la implementación de nuevos métodos de codificación por medio de comandos de OpenCV.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Conocer los tipos de iluminaciones empleadas en Visión Artificial.
- Investigar sobre los métodos de OTSU y FindContours.
- Desarrollar un código que ayude a realizar una segmentación de colores en una imagen en tiempo real.
- Aplicar conocimientos adquiridos de la morfología de imágenes.

A. FUNDAMENTO TEORICO

ILUMINACIÓN

La iluminación proporciona las condiciones óptimas bajo las cuales se lleva a cabo la adquisición de la imagen. No obstante, a pesar de su enorme trascendencia, la selección de un buen medio de iluminación suele ser una de las áreas más descuidadas frecuentemente. Una iluminación estable y que realce las características de interés en la escena deseada hace mucho más sencillo y fiable el posterior procesamiento de la imagen y la adquisición de datos.

La luz juega un papel muy importante, ya que los datos de una imagen en sí no son más que la distribución espacial de la luz de una escena.

TIPOS DE ILUMINACIÓN

Se debe de entender que el tipo de iluminación es en este caso es la *fente de emisión de luz* que puede ser mediante fibra óptica, fluorescente, led, difusa, láser, halógena, incandescente, fluorescente, ultravioleta, luces de colores, entre otros.

Se debe de tener en cuenta que, con los tipos de iluminación, se debe de manejar técnicas para el uso eficiente de estas fuentes de iluminación, es decir, tener en cuenta que se debe de manejar de manera adecuada parámetros como el ángulo de incidencia de luz, distancias, reflexión y refracción de esta.

Teniendo en cuenta lo anterior, se cuenta con unos tipos de iluminación que se definirán a continuación.

• LUZ FRONTAL

La cámara se posiciona mirando al objeto en la misma dirección que la luz, obteniendo reducción de sombras, se suaviza las texturas y minimiza la influencia de rayas, polvo e imperfecciones que pueda tener el objeto. Este tipo de iluminación se consigue mediante anillos de luz.

Aplicaciones: Indicada para superficies con pocos reflejos: papel, tela... para la detección de marcas de diferentes colores, caracteres y detección de todo lo que suponga un cambio de color en prácticamente cualquier superficie.

Ventajas: Elimina sombras, se puede utilizar a grandes distancias cámara/objeto.

Desventajas: Intensos reflejos sobre superficies reflectantes.

A continuación, veremos una ilustración de lo explicado anteriormente.

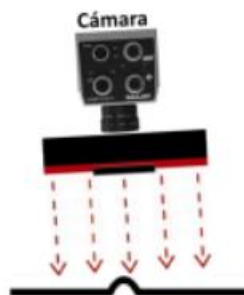


FIGURA 1. Ilustración de la luz frontal sobre un objeto. Fuente: ([Cómo seleccionar las mejores técnicas de iluminación para su aplicación de visión artificial - Blog de Automatización](#)[Blog de Automatización \(automatizacion.blog\)](#))

• LUZ LATERAL

La cámara se posiciona mirando al objeto mientras que la dirección de la luz es lateral al objeto. El grado de inclinación del elemento emisor de luz vendrá determinado por el grado deseado de resalte de los relieves. En ángulos pequeños respecto a la horizontal se generan grandes sombras sobre el objeto

Aplicaciones: Indicada para resaltar bordes, rayas y fisuras en una dirección determinada.

Ventajas: Resalta los relieves por pequeños que sean de los objetos, resultando una sombra muy definida.

Desventajas: Con ángulos pequeños respecto a la horizontal, la luz producirá sombras en todos los relieves y en el contorno de la pieza.

A continuación, veremos una ilustración de lo explicado anteriormente

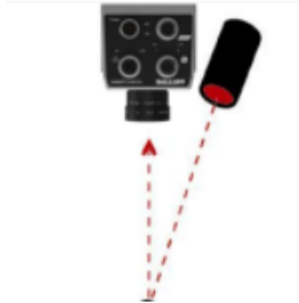


FIGURA 2. ILUSTRACIÓN DE LA LUZ LATERAL SOBRE UN OBJETO. Fuente: ([Cómo seleccionar las mejores técnicas de iluminación para su aplicación de visión artificial - Blog de Automatización](#)[Blog de Automatización \(automatizacion.blog\)](#))

- **ILUMINACIÓN POR CAMPO OSCURO (DARKFIELD)**

La luz es emitida lateralmente con un ángulo muy pequeño mediante un anillo en todas las direcciones, rebotando en los defectos del objeto a analizar e incidiendo en la cámara.

Aplicaciones: Indicada para resaltar incrustaciones y códigos alfanuméricos con poco contraste en metal sobre metal o gris sobre gris. Muy utilizada en la verificación de grabados tipo láser o troquel.

Ventajas: Destaca los detalles en superficies con muy poco contraste.

Desventajas: No es recomendable en superficies que absorban la luz.

A continuación, veremos una ilustración de lo explicado anteriormente.

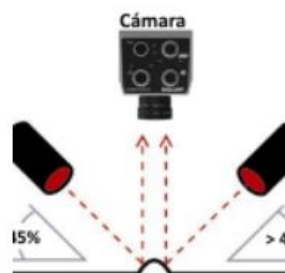


FIGURA 3. ILUSTRACIÓN DE LA LUZ POR CAMPO OSCURO (DARKFIELD) SOBRE UN OBJETO. Fuente: ([Cómo seleccionar las mejores técnicas de iluminación para su aplicación de visión artificial - Blog de Automatización](#)[Blog de Automatización \(automatizacion.blog\)](#))

- **ILUMINACIÓN POR CONTRASTE (BACKLIGHT)**

La luz es emitida desde la parte posterior del objeto quedando este entre la fuente de iluminación y la cámara. La iluminación tiene que ser uniforme en toda la superficie del objeto. La cámara inspecciona la silueta del objeto por contraste pudiendo realizar mediciones de alta precisión.

Aplicaciones: Indicada para la inspección de la silueta del objeto. Utilizada también en materiales translúcidos o transparentes para detectar manchas, rayas, grietas, etc.

Ventajas: Permite inspecciones de siluetas con mediciones muy precisas y de impurezas en los objetos transparentes o translúcidos.

Desventajas: No permite reconocer los detalles superficiales del objeto, códigos, inscripciones, etc.

A continuación, veremos una ilustración de lo explicado anteriormente.

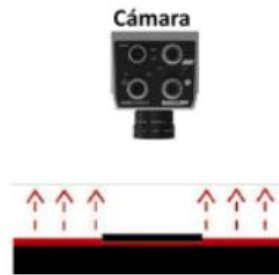


FIGURA 4. ILUSTRACIÓN DE LA LUZ POR CONTRASTE (BACKLIGHT) EN UN OBJETO. Fuente: ([Cómo seleccionar las mejores técnicas de iluminación para su aplicación de visión artificial - Blog de Automatización](#)[Blog de Automatización \(automatizacion.blog\)](#))

- **ILUMINACIÓN AXIAL DIFUSA**

La luz es emitida lateralmente siendo reflejada 90° por un espejo semitransparente que desvía los haces de luz en la misma dirección que el eje de la cámara, consiguiendo una luz difusa homogénea. En superficies planas reflectantes si no se utiliza este método de iluminación, la cámara vería reflejado su propio objetivo.

Aplicaciones: Indicada para la inspección superficies planas reflectantes, como PCB, etiquetas reflectantes, inspección de impresión sobre aluminio o cavidades profundas.

Ventajas: Permite inspecciones de códigos en materiales altamente reflectantes.

Desventajas: No permite reconocer relieves en el objeto.

A continuación, veremos una ilustración de lo explicado anteriormente.

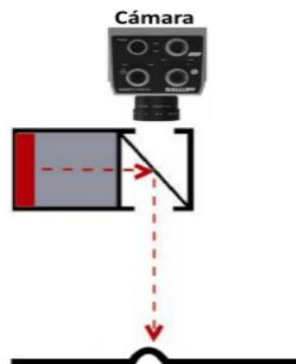


FIGURA 5. ILUSTRACIÓN DE LA LUZ AXIAL DIFUSA EN UN OBJETO. Fuente: ([Cómo seleccionar las mejores técnicas de iluminación para su aplicación de visión artificial - Blog de Automatización](#)[Blog de Automatización \(automatizacion.blog\)](#))

- **ILUMINACIÓN DIFUSA TIPO DOMO**

La luz es emitida dentro de una cúpula esférica resultando una luz difusa desde todas direcciones, eliminando sombras y reflejos, suavizando texturas y minimizando la influencia de rayas, polvo, relieves y curvaturas que pueda tener el objeto inspeccionado. A este tipo de iluminación también se le denomina iluminación de día nublado por no producir ningún tipo de sombra al objeto.

Aplicaciones: Indicada para la inspección de superficies tales como: instrumental médico, espejos, compact disk, latas, etc.

Ventajas: Eliminación de sombras y minimización de arrugas, polvo y relieves.

Desventajas: Costo elevado.

A continuación, veremos una ilustración de lo explicado anteriormente.



FIGURA 6. ILUSTRACIÓN DE LA LUZ DIFUSA TIPO DOMO EN OBJETOS. Fuente: ([Cómo seleccionar las mejores técnicas de iluminación para su aplicación de visión artificial - Blog de Automatización](#)[Blog de Automatización \(automatizacion.blog\)](#))

• ILUMINACIÓN POR LÁSER

La iluminación mediante láser o luz estructurada se utiliza normalmente para resaltar o determinar una tercera dimensión de un objeto.

Se trata de colocar la fuente de luz láser en un ángulo conocido con respecto al objeto a iluminar y a la cámara, de forma que viendo la distorsión de la luz pueda interpretarse la profundidad de los objetos a medir. También se utiliza para indicar el trazado por el que se debe ajustar un proceso, por ejemplo, en aplicaciones de corte.

Aplicaciones: Ajuste de procesos de corte, control de profundidad de objetos, etc.

Ventajas: No le influye la iluminación externa.

Desventajas: Coste elevado. Si se utilizan lentes cilíndricas para conseguir una línea o un patrón concreto, el láser no tiene la misma intensidad lumínica a lo largo del patrón.

A continuación, veremos una ilustración de lo explicado anteriormente.

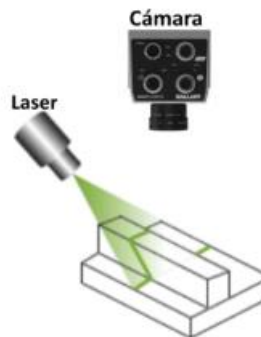


FIGURA 7. ILUSTRACIÓN DE LA LUZ POR CAMPO OSCURO (DARKFIELD) SOBRE UN OBJETO. Fuente: ([Cómo seleccionar las mejores técnicas de iluminación para su aplicación de visión artificial - Blog de Automatización](#)[Blog de Automatización \(automatizacion.blog\)](#))

Además de los tipos de iluminación que se deben de tener en cuenta para la mejor obtención de información en las imágenes y su debido procesamiento, tenemos que tener en cuenta que existen algunas herramientas que nos facilitan la optimización de esto como lo son los filtros de colores o los polarizadores, que en determinadas ocasiones pueden ser utilizados dependiendo de la necesidad creada, es decir, los filtros que me pueden ayudar a aclarar las características del objeto pueden ser los filtros de color rojo (cuando se habla de filtro, se hace referencia a un tipo de lente) que nos ayuda a matizar, suavizar y a generar más brillo; de mismo modo ocurre con los filtros de tonos opuestos, que nos ayudan a oscurecer la imagen dando un matiz diferente y obtener mejor información.

A continuación, veremos una imagen para visualizar más lo hablado anteriormente respecto a los filtros de color.

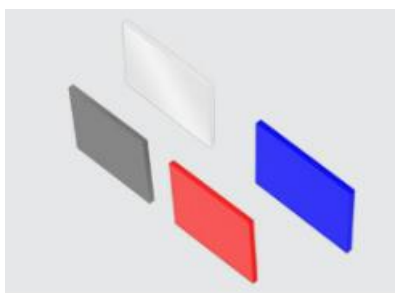


FIGURA 8. Tipos de filtros. Fuente: ([Iluminación de visión artificial](#) | [Introducción a la visión artificial](#) | [Cognex](#))

La herramienta de polarizadores es muy utilizado para las aplicaciones de procesamiento de imágenes en las cuales se tenga que disminuir el brillo o los puntos importantes de brillo en esta y se deba de mejorar a la vez el contraste de modo en que se puedan reconocer mejor los objetos de la imagen; todo esto es posible debido a que este lente se ubica delante del lente de la cámara con una desviación de 90 grados ideal para generar estos efectos.

A continuación, veremos una imagen para visualizar más lo hablado anteriormente respecto a los polarizadores.



FIGURA 9. Polarizadores. Fuente: ([Iluminación de visión artificial](#) | [Introducción a la visión artificial](#) | [Cognex](#))

B. MÁRCO TEÓRICO Y PARÁMETROS PARA SU REALIZACIÓN

Para la realización de este punto, se tuvo en cuenta la iluminación del objeto, para tener una mejor calidad de la imagen y obtener así mejores resultados. Se implementaron tres tipos de iluminaciones diferentes para capturar una imagen en tiempo real que en este caso es un código de barras y se analizan los resultados para determinar qué tipo de iluminación fue la mejor y se aplica el respectivo código.

A continuación, se podrá observar un objeto escogido al azar, el cual es sometido a diferentes tipos de iluminación.



FIGURA 10. Imágenes de una botella de suero sometida a diferentes clases de iluminación. Fuente: Propia

Al momento de implementar los tres tipos lateral, frontal y por contraste respectivamente; se pudo evidenciar que la iluminación que nos arrojó mejores resultados fue la iluminación lateral ya que nos permitía un mejor barrido a la hora de analizar con codificación. La iluminación frontal nos generaba un haz de luz sobre el objeto el cual nos generaba pérdida de información a la hora de analizar y la iluminación por contraste no nos realizaba una correcta marcación en los códigos de barras.



FIGURA 11. Código de barras binarizado. Fuente: Propia

Se puede observar en la imagen anterior que, en el costado izquierdo, se puede apreciar la información del ancho de cada una de las barras.

MÉTODO OTSU

Es un método de determinación de umbral adaptativo, también llamado método Otsu, o OTSU para abreviar. Es un algoritmo de binarización global, que se basa en la escala de grises de la imagen. Características del grado, la imagen se divide en dos partes: primer plano y fondo. Cuando se toma el umbral óptimo, la diferencia entre las dos partes debe ser la más grande. El estándar utilizado en el algoritmo OTSU para medir la diferencia es la varianza máxima más común entre clases.

Ventajas: El algoritmo es simple y la imagen se puede segmentar de manera efectiva cuando el área del objetivo y el fondo no son muy diferentes.

Desventajas: Cuando el área del objetivo y el fondo en la imagen es muy diferente, parece que el histograma no tiene picos dobles obvios, o el tamaño de los dos picos es muy diferente, el efecto de segmentación no es bueno o la escala de grises del objetivo y el fondo son relativamente diferentes. Cuando hay una gran superposición, el objetivo y el fondo no se pueden separar con precisión. Este método ignora la información espacial de la imagen y, al mismo tiempo, utiliza la distribución de grises de la imagen como base para segmentar la imagen, y también es bastante sensible al ruido.

Es muy utilizado para imágenes bimodales (en pocas palabras, una imagen bimodal es una imagen cuyo histograma posee dos picos), y que el histograma esté en escala de grises; la imagen suele aplicársele un umbral fijo. En pocas palabras, se calcula de forma automática un valor de umbral desde el histograma de la imagen bimodal. (Para imágenes que no son bimodales, la binarización no será precisa).

Para esto, usamos nuestra función **cv2.threshold()**, pero con un indicador adicional, **cv2.THRESH_OTSU**. Para el valor umbral, sólo usamos cero. Luego el algoritmo encuentra el valor umbral óptimo y lo regresa como la segunda salida, **retVal**. Si la umbralización de Otsu no se usa, **retVal** es igual al valor de umbral que se usó.

A continuación, se observará un ejemplo de lo anterior para tener una mayor claridad de lo dicho.

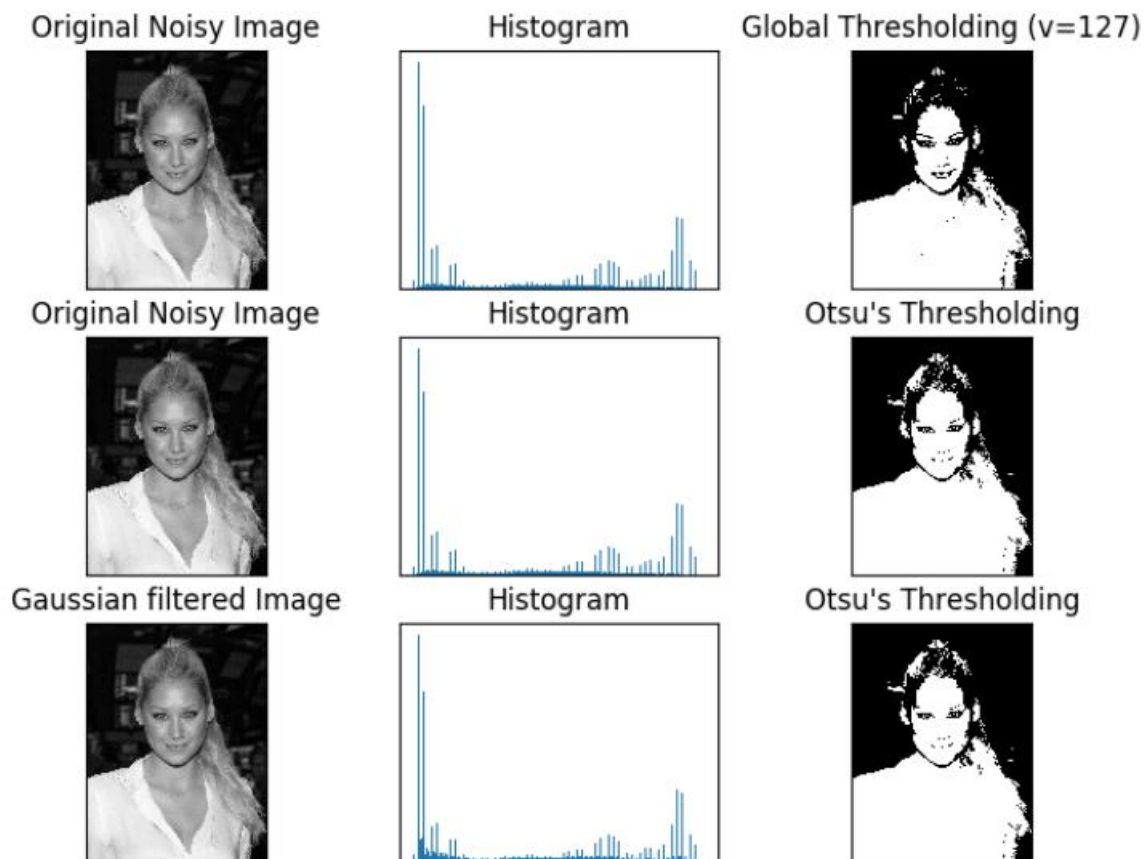


FIGURA 12. Ejemplo de la implementación del método OTSU. Fuente: ([\[Reproducido\] Algoritmo OTSU de la serie OpenCV-Python \(17\) - Code World \(codetd.com\)](#))

La imagen de entrada posee mucho ruido, por eso se procede a realizar una limpieza de esta, aplicando un valor de umbral de 127 (se calculó por medio de tanteo error). En el segundo caso, se aplicó la umbralización de Otsu de forma directa. En el tercer caso, se filtró la imagen con kernel gaussiano 5x5 para remover el ruido, luego aplico la umbralización de Otsu, observando, así como se remueve el ruido y se mejoran los resultados.

C. MÁRCO TEÓRICO Y PARÁMETROS PARA SU REALIZACIÓN

FindContours

Para entender mejor el término FindContours y para que sirve, primero es importante saber que es un contorno. Un contorno se puede explicar simplemente como una curva que une todos los puntos continuos (a lo largo del límite), teniendo el mismo color o intensidad. Los contornos son una herramienta útil para el análisis de formas y la detección y reconocimiento de objetos.

Se utiliza la función `cv2.findContours()` para encontrar los contornos de los objetos detectados en la imagen. Se debe tener en cuenta que, para el uso de esta herramienta, las imágenes deben de ser imágenes binarias, es decir, deben estar a blanco y negro (no imágenes en escala de grises), por lo que la imagen leída debe convertirse primero a escala de grises y luego a una imagen binaria para obtener mejores resultados.

A continuación, se podrá apreciar un ejemplo en donde se observará lo indicado anteriormente en un video en tiempo real.



FIGURA 13. Ejemplos de la implementación del método OTSU. Fuente: Propia

Se puede apreciar que el código nos está indicando en tiempo real todos los elementos de color azul que detecta, enfrente de la cámara; les aplica un contorno con una máscara en color azul y luego binariza la imagen para mostrarnos en blanco lo seleccionado anteriormente.

D. SEGMENTACIÓN POR SIETE COLORES

A continuación, se podrá observar la segmentación de colores en las siguientes imágenes, su respectiva binarización y los resultados obtenidos de estas.

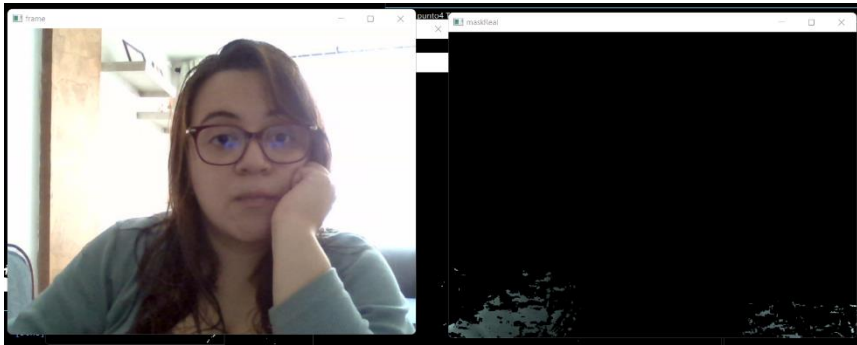


FIGURA 14. Ejemplo de máscara con segmentación con de colores real. Fuente: Propia

Podremos observar cada una de las máscaras de colores sobre el video en tiempo real, en donde se resaltará el color deseado como en un primer plano.

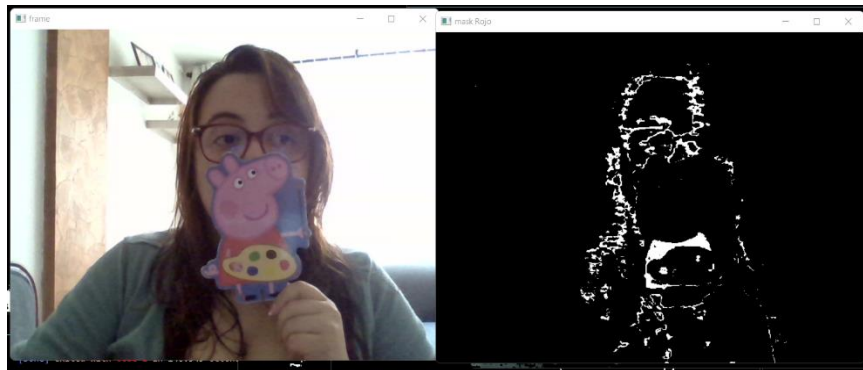


FIGURA 15. Ejemplo de máscara con la segmentación de color rojo. Fuente: Propia

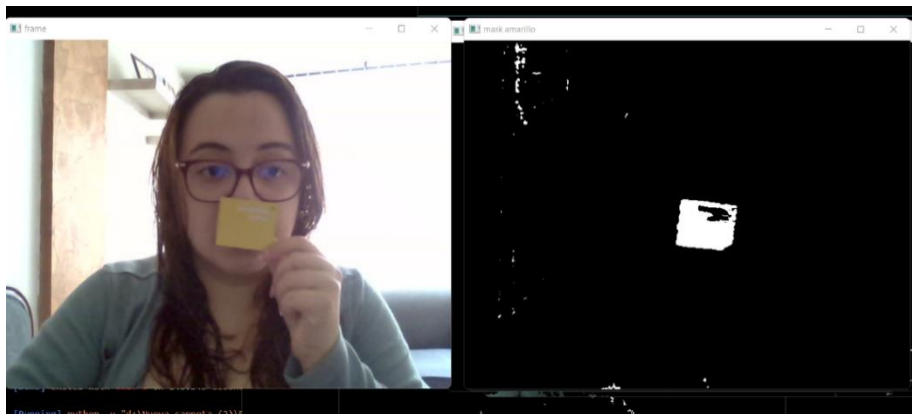


FIGURA 16. Ejemplo de máscara con la segmentación de color amarillo. Fuente: Propia

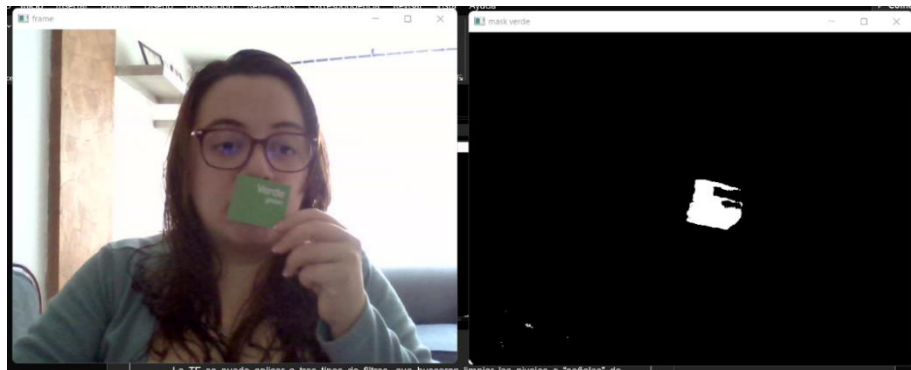


FIGURA 17. Ejemplo de máscara con la segmentación de color verde. Fuente: Propia

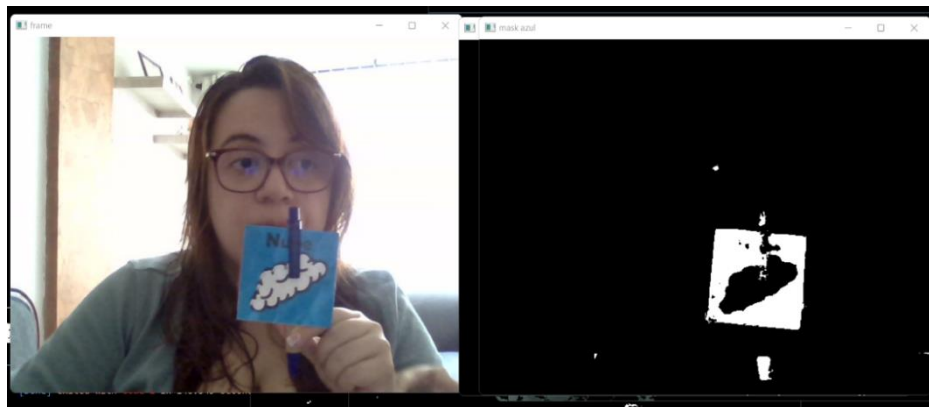


FIGURA 18. Ejemplo de máscara con la segmentación de color azul. Fuente: Propia

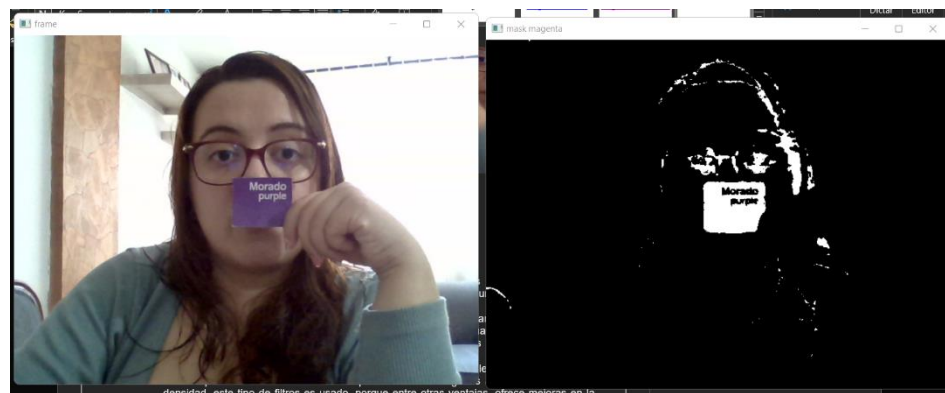


FIGURA 19. Ejemplo de máscara con la segmentación de color magenta. Fuente: Propia

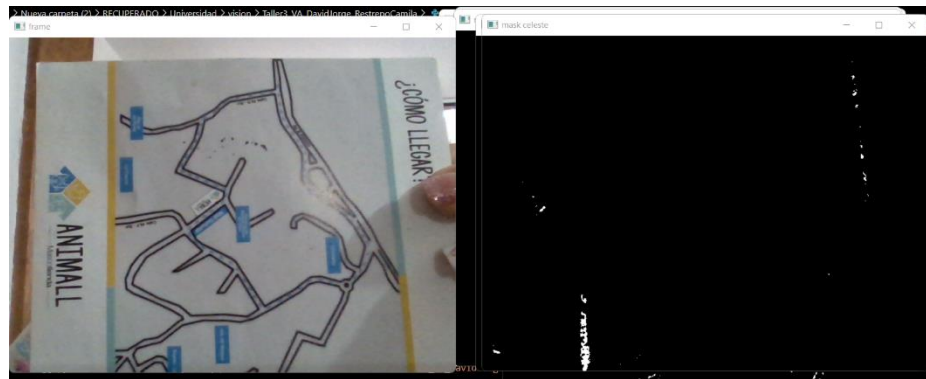


FIGURA 20. Ejemplo de máscara con la segmentación de color celeste. Fuente: Propia

Como se puede apreciar en las imágenes anteriores, se puede observar que cada máscara tiene la capacidad de detectar un color diferente, que en esta ocasión es el deseado.

E. MÁRCO TEÓRICO Y PARÁMETROS PARA SU REALIZACIÓN

Ahora podremos observar por medio de filtros de pasa alta y operadores morfológicos la debida identificación de figuras geométricas, que en este caso son círculos.

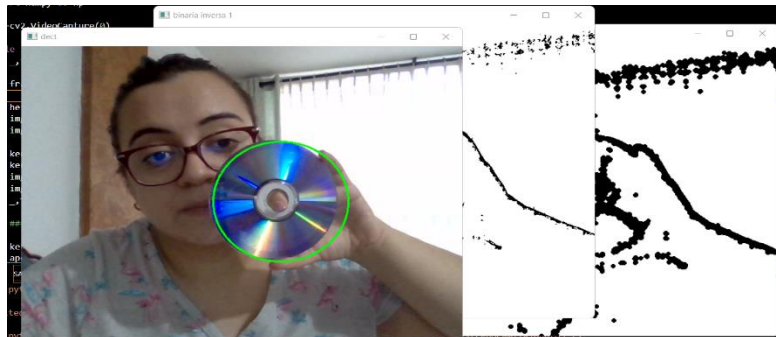


FIGURA 21. Ejemplo de detección de figuras geométricas. Fuente: Propia

F. MÁRCO TEÓRICO Y PARÁMETROS PARA SU REALIZACIÓN



FIGURA 22. Ejemplo de orientación morfológica con error de 5%. Fuente: Propia

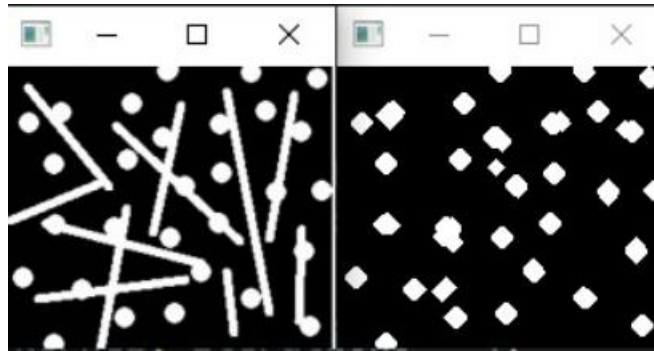


FIGURA 23. Ejemplo de orientación morfológica con error de 5%. Fuente: Propia

1 CONCLUSIONES

1. Se puede concluir que el uso de una adecuada iluminación en imágenes es de gran importancia para obtener una información deseada, al igual que recuperar datos perdidos o simplemente apreciar una buena calidad en está.
2. La aplicación de la librerías como FindContours o el método de OTSU es muy importante porque nos ayuda a visualizar mejor contornos o bordes dentro de la misma imagen, al igual que nos da una mejor umbralización segmentada aumentándonos la calidad en la imagen y su obtención de datos
3. Con el uso apropiado de máscaras de colores se facilita la detección de superficies propias de cada imagen

2 BIBLIOGRAFÍA

- [1] Grupo bcvision. (2017). Sistemas de iluminación para aplicaciones de visión artificial. Recuperado de <https://www.bcvision.es/blog-vision-artificial/iluminacion-visionartificial2/#:~:text=La%20fuente%20de%20luz%20puede,fluorescente%2C%20ultravioleta%2C%20entre%20otros>
- [2] Parra, J.A. (2016). Segmentación por umbralización, método de otsu. *Universidad Nacional de Quilmes*. Recuperado de <https://es.slideshare.net/JorgeAntonioParraSerquen/segmentacin-por-umbralizacin-mtodo-de-otsu>
- [3] Programador Clic. (2020). Principio e implementación del algoritmo OTSU (método Otsu: método de varianza máxima entre clases). Recuperado de <https://programmerclick.com/article/47001069656/>