

Desarrollo de software de control utilizando técnicas de visión artificial y deep learning para marcado de encuarte

Alfredo Carrasco Aráoz

Instituto Tecnológico Superior de Teziutlán

Maestría en Sistemas Computacionales

Aire Libre, Fracción I y II, 73960, Teziutlán, Puebla.

alfredo.ca@teziutlan.tecnm.mx

Resumen

En el presente trabajo se presenta la propuesta para el desarrollo de un software para el control para realizar marcas de referencia en el encuarte trasero del pantalón de mezclilla para el pegado de la bolsa trasera, la problemática fue dictada en la región de Teziutlán Puebla, lugar donde la principal industria es la de la confección de prendas de exportación. Para el tratamiento de la imagen se utiliza el filtro gaussiano y el algoritmo de Harris para la detección de esquinas incluidos en la librería OpenCV para Python, estos dos complementos permiten poder obtener las coordenadas de las esquinas y a través de un tratamiento mediante geometría analítica se determinan los movimientos de los actuadores encargados de realizar las marcas. Para el desarrollo del sistema se utilizan dos metodologías la primera para el desarrollo de la investigación donde se utiliza la metodología denominada investigación experimental y la segunda para el desarrollo del software donde se emplea la metodología en V, que se adapta al diseño planeado. De manera concluyente se puede advertir la metodología planteada arroja los resultados esperados, ya que como se muestra a lo largo de documento es posible obtener los parámetros deseados, y finalmente se plantea una posible mejora como trabajo futuro.

Palabras clave: Redes convolucionales, Aprendizaje profundo, Visión Artificial, OpenCV, Python.

1. Introducción

En la región de Teziutlán Puebla la industria predominante es la de la confección de prendas de mezclilla exportación en su mayoría las denominadas jeans. En la elaboración de los pantalones existen tareas repetitivas que se desea sean procesos automáticos que tengan la capacidad de tomar decisiones parecidas a las que tomaría una persona, o bien para realizar la

la automatización se requieren ajustes complicados. En la línea de ensamble del pantalón de mezclilla, para unir la bolsa trasera con el encuarte se tienen que realizar unas pequeñas marcas, las cuales realiza una persona que con el transcurrir de la jornada laboral el cansancio merma la productividad del operario decrementando con esto la calidad de la operación. Estudios realizados por el departamento de producción han detectado que el personal dedicado a esta actividad ocupa hasta el 30 % del tiempo productivo a otra actividad.

Por la naturaleza de las operaciones de la confección las partes a marcar cambian en tamaño, modelo y por ende son derechas e izquierdas. Para solventar la automatización del proceso antes descrito se propone el uso de técnicas de visión artificial y deep learning por tanto se tiene la necesidad de crear un software de control que emplee ambas técnicas, el algoritmo computacional tiene la capacidad de reconocer el encuarte trasero y distinguir si es derecho o izquierdo así mismo deberá generar las coordenadas para guiar el sistema que se encargara de realizar las marcas antes señaladas para esto se propone implementar una red neuronal del tipo convolucional con la tarea de detectar y clasificar el tipo de prenda que se introduce a la máquina, de igual forma para el filtrado de la imagen se utiliza el filtro Gaussiano que demostró ser el indicado para la aplicación, finalmente para la detección de las esquinas se utiliza el método de Harris con el cual se extraen las coordenadas de las esquinas y se sirven de base para la localización de las marcas.

Finalmente, el documento presenta el trabajo predio donde se muestra la versatilidad de la visión artificial en la solución de la problemática presentada en la variedad de los procesos productivos de la industria, la metodología para el desarrollo del software, así como lo resultados y conclusiones.

2. Antecedentes

En la actualidad la exigencia de la industria ha crecido gradualmente en cuanto al nivel de calidad de los productos, es debido a esto que las industrias han decidido modernizarse en cuanto a sus niveles de control de calidad. Y sabiendo que debido a que la mano de obra es afectada por diferentes factores (cansancio, temperatura, etc) su confiabilidad no es óptima, es por eso que se presenta la necesidad de utilizar tecnología que pueda realizar el análisis de los productos finales, esta tecnología se denomina visión artificial y se inició en la década de 1960, desde entonces ha avanzado grandemente hasta convertirse en nuestros días en la herramienta más utilizada en el control de calidad final de los productos Ortega et.al(2013).

Para realizar la clasificación de las características de las imágenes captadas por la visión artificial se recurre a algoritmos de machine learning, disciplina en el ámbito de la Inteligencia Artificial (IA) que crea sistemas que aprenden automáticamente. Gutstein et. al (2008), Krizhevsky et.al (2012).

La visión artificial ha tenido alto impacto en los procesos industriales, un ejemplo de esto es el trabajo realizado por P. Constante, A. Gordón y O. Chang en donde presenta un sistema de visión artificial capaz de detectar características de las fresas usadas en la industria alimenticia. Se ha utilizado una arquitectura neuronal profunda compuesta de dos etapas. Se utiliza Agentes Neurales Entrenables Aisladamente (ANEA's), los cuales usan imágenes de fresas como ejemplos y ruido blanco como contra ejemplo; se utiliza la librería Open CV para el tratamiento de las imágenes Constante et. al (2016).

En la medicina el uso del deep learning ha tenido gran auge para resolver problemas que son de vital importancia en esta rama, un ejemplo es el trabajo de Mohammad Havaei y colaboradores, presentan un método de segmentación de tumores cerebrales totalmente automático basado en redes neuronales profundas. Las redes propuestas se adaptan a glioblastomas (tanto de grado bajo como alto) representados en imágenes de RM Estas razones motivan la exploración de una solución de aprendizaje automático. Se usa la arquitectura de las redes convolucionales y se adapta al problema Havaei et.al. (2017).

La detección y clasificación de defectos de tela juega un papel importante en la inspección de productos textiles. Muchos defectos de la tela son muy pequeños e indistinguibles. El problema lo resuelve el proceso de detección de defectos usando la frecuencia estadística y espacial combinada de resolución múltiple, implementado visión por computadora R. Sabeenian et al (2012). Del mismo modo István Erényi y Judit Pongrácz han realizado un trabajo para el control de la calidad en una industria textil. En este trabajo también se desarrolla la construcción de hardware mediante el procesamiento de imágenes de alta velocidad Erényi et.al. (1991).

Por otra parte, Hu y Tsai et. al. (1999) utilizaron las mejores bases de paquetes wavelet y una red neuronal artificial para inspeccionar cuatro tipos de defectos de una tela. Los resultados mostraron que la tasa de clasificación total para una función wavelet con un momento máximo de desaparición de cuatro y tres niveles de resolución pueden alcanzar el 100%.

Saeidi y colaboradores, describieron un sistema de inspección de tela basado en la visión por computadora, las imágenes capturadas se sometieron a un algoritmo de detección de defectos, que era basado en los conceptos de la transformada wavelet de Gabor y una red neuronal como clasificador. Los resultados del sistema diseñado se compararon con los de la visión humana Parick et. al. (2011)

Como puede observarse el uso de la visión artificial en la industria textil es ampliamente utilizado por su versatilidad, esto da pauta para implementar un sistema para localizar donde trazar las marcas donde deberá colocarse la bolsa en el encuarte trasero. Para el desarrollo de el presente trabajo se tomo como base el método de detección de esquinas de Harris implementado en la librería OpenCV para Python esta técnica permite obtener las coordenadas de las esquinas con las que se obtiene la posición que deberán tener las marcas.

3. Metodología

Para el desarrollo del presente trabajo se utilizan dos metodologías la primera será la utilizada para el desarrollo del trabajo de investigación y la segunda es la utilizada para el desarrollo del software.

Para desarrollar la investigación se emplea la metodología de Investigación: Investigación denominada investigación Tecnológica.

La metodología básica que se sigue es la que describe el proceso de clasificación de imágenes digitales de una manera generalizada pero aplicable al objeto de estudio a través de la siguiente metodología Sebastião et al. (2014).

- ❶ Extracción de candidatos
- ❷ Extracción de características
- ❸ Clasificación de los candidatos
- ❹ Refinación de la decisión
- ❺ Decisión final
- ❻ Evaluación del rendimiento

Para el desarrollo del presente trabajo se utilizará la metodología de desarrollo ciclo de vida en V también llamada de cuatro etapas diseñada por Alan Divis la cual comprende cuatro etapas o niveles para el desarrollo.

Esta metodología es conveniente para un proyecto como el que se desarrollará debido a que es pequeño, además es una estructura que permite un resultado verificable desde la primera etapa, los niveles que la forman son:

Nivel 1 Se definen los requisitos y especificaciones del proyecto a desarrollar.

Nivel 2 se dedica a las características funcionales del sistema propuesto, se traduce en un documento de análisis funcional.

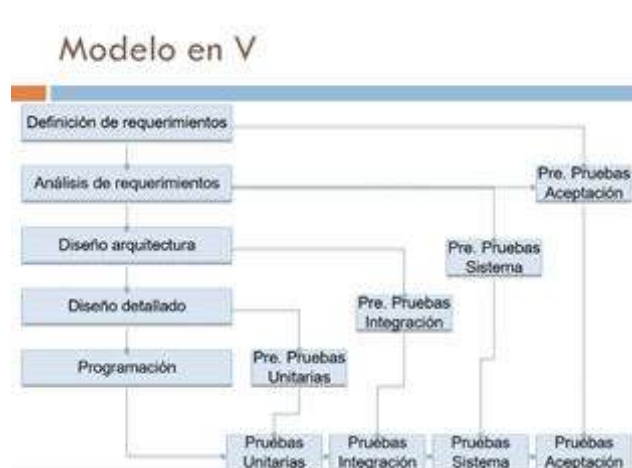
Nivel 3 En esta etapa se definen las características de los componentes de hardware y software.

Nivel 4 en esta fase se desarrollan los módulos del programa

En general las metodologías tienen procesos en común agrupándose en:

- Análisis
- Diseño
- Programación
- Prueba
- Documentación
- Mantenimiento
- Reingeniería

La figura 1 muestra gráficamente la estructura de la metodología ciclo de vida V Casallas et al. (2010).



4. Materiales

El lenguaje de programación seleccionado para la realización del presente trabajo fue Python el cual es un lenguaje de programación multiparadigma. Dicho lenguaje se desarrolla bajo una licencia de código abierto aprobada por OSI, por lo que es de libre uso y distributable para propósitos académicos e incluso comerciales, dicha licencia es administrada por Python Software Foundation López et al (2014).

El segundo complemento clave es la aplicación de OpenCV la cual es una librería de código abierto utilizada ampliamente para visión artificial y aprendizaje de máquina o (machine learning) la cual fue construida para proporcionar una infraestructura común para aplicaciones de visión por computadora, opera sobre una licencia BSD lo cual hace que sea fácil para las empresas utilizar y modificar el código González et al. (2007).

Los sistemas de percepción computacional, como también se conoce a la visión artificial, van más allá de medir o detectar, estos sistemas perciben, es decir descifran o reconocen el mensaje sensorial (Véase Figura 2).

la información visual es una proyección bidimensional de objetos tridimensionales y, por tanto, la imagen que capta el ojo humano o una cámara digital tiene infinitas interpretaciones posibles. La percepción es un proceso que se distribuye a lo largo del espacio y del tiempo López et.al. (2014).

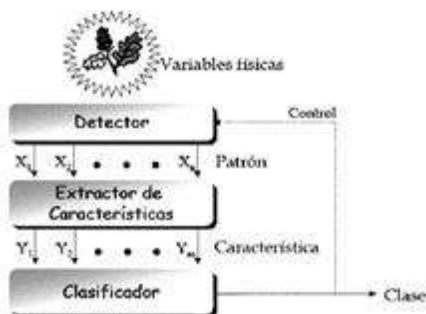


Figura 2 Metodología para el desarrollo detectores López et. al. (2014)...

El programa computacional deberá tener la capacidad para detectar el contorno y las esquinas del encuarte trasero para poder distinguir entre la pieza izquierda y la derecha para con esto localizar las coordenadas reales donde se realizarán las marcas, para obtener la imagen se utiliza una cámara de 1.2 mega píxeles.

Para determinar el filtro digital a utilizar se realizaron pruebas con una computadora con un procesador de 4 núcleos con 2.1 GHz de velocidad de procesamiento y 8 GB de RAM usando el IDE Pycharm Community, utilizando como interprete Python 3.7, para el análisis de la imagen se utiliza la librería OpenCv versión 3.0.0.

Se desea encontrar un filtro con una ejecución aceptable para que el flujo de la información sea eficaz por lo que para medir el tiempo de ejecución se adherieron etiquetas con el módulo de tiempo de Python, se obtuvieron 10 tiempos de ejecución y se determinó el promedio de estos.

Para Blanes et. al. (1989) la calidad de una señal transformada (f) con respecto a la señal de origen (g) se puede determinar con una evaluación de error cuadrático medio MSE (por sus siglas en ingles) y la relación de señal de pico a ruido PSNR (por sus siglas en inglés).

$$MSE = \frac{1}{(xy)} \sum_{i=1}^x \sum_{j=1}^y (f(i,j) - g(i,j))^2 \quad ①$$

$$PSNR = 10 \log_{10} \left(\frac{MAX^2}{MSE} \right) \quad ②$$

Al tener ancho y altura de la imagen siendo MAX es el valor máximo que puede tomar un píxel, MSE y PSNR se pueden obtener con las expresiones 1 y 2 respectivamente.

Valores pequeños de MSE indican que la correlación entre la señal original y la transformada es mayor debido a que el error es reducido. Para PSNR los valores típicos fluctúan entre 30 y 50 dB correspondiendo valores altos a imágenes de alta calidad.

OpenCV ofrece los filtros: filtro bilateral, filtro con núcleo gaussiano (gaussianBlur), filtros de caja (desenfoque) y su equivalente con la caja estándar (boxFilter), filtro de convolución con el núcleo específico (filtro2D) y el filtro de mediana (medianaBlur).

La tabla 1 muestra los resultados obtenidos y con base a ellos se elige el filtro Gaussiano para el filtrado de la imagen.

Tabla 1. Resultados de la aplicación del filtro (fuente propia 2020)

	Filtros	PSNR (dB)	MSE	Tiempo de ejecución promedio (ms)
1	Filtro Biilateral	50.61	1.69	56.8
2	Filtro blur	33.96	78.37	21.1
3	BoxFilter	33.96	78.37	20.2
4	GaussianBlur	36.18	46.99	35.8
5	Filter2D	33.96	78.37	89.5
6	MedianBlur	34.29	72.47	168.8

Para el proceso de detección de las esquinas se emplea el método de detección corner Harris la inclinación por esta técnica es el resultado de aplicar La función ejecuta el detector de bordes Harris en la imagen. De forma similar a cornerMinEigenVal () y cornerEigenValsAndVecs (), para cada píxel (x; y) calcula una matriz de covarianza de gradiente 2 x 2 M (x; y) terminado un barrio blockSize x blockSize. Luego, calcula la siguiente característica:

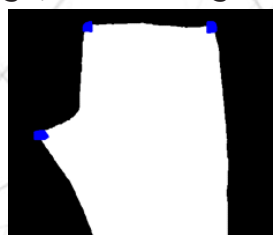


Figura 3 detección de esquinas con el algoritmo de Harris (fuente Propia 2020)

Desarrollo de software de control utilizando técnicas de visión artificial y deep learning para marcado de encuarte

La figura 3 muestra la eficacia del algoritmo de Harris para detectar las esquinas de interés de la prenda, la figura 4 muestra la salida del algoritmo para localizar los centroides ubicados en las esquinas marcadas rojo, verde y azul, en conjunto con las líneas que servirán de apoyo para hacer las marcas



Figura 3 detección de esquinas con el algoritmo de Harris (fuente Propia 2020)

la figura 5 muestra la salida numérica de los valores de los centroides que sirven para calcular el ángulo entre la línea horizontal y la línea verde de mayor longitud.

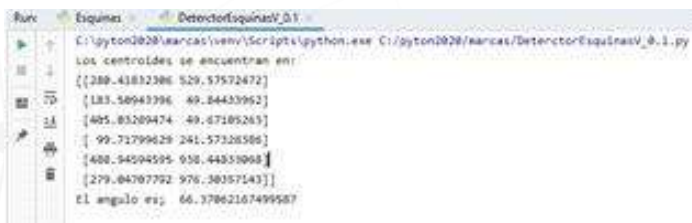


Figura 5 valores de los centroides de las esquinas y el ángulo entre la línea horizontal y primer línea verde en sentido antihorario

5. Conclusiones

En el desarrollo del trabajo se pudo apreciar que el problema planeado de localizar las esquinas se puede solucionar aplicando la técnica de segmentación de imagen y el algoritmo de Harris para la detección de estas. Para el clasificador se utilizará una red neuronal convolucional la cual tendrá la tarea de distinguir si la prenda a procesar corresponde al tipo deseado y si es derecha o izquierda, con la localización de las esquinas es posible extraer las coordenadas de su ubicación es posible trazar marcas para colocar las piezas del ensamble de la prenda. Finalmente, a través de un tratamiento por geometría analítica se hace la conversión de píxeles a la distancia que han de moverse los actuadores.

Para mejorar el funcionamiento del dispositivo se propone como trabajo futuro agregar la capacidad de obtener automáticamente las coordenadas de nuevos modelos es decir mostrar la pieza terminada y que el software termine la posición donde ha de hacer las marcas de referencia.

6. Referencias bibliográficas

- C. Daniel Ortega, F. Ernesto Moyano, C. Gustavo Raúl Sbrugnera, and T. José Gabriel Tejerina, "Técnicas de Implementación de Visión Estereoscópica en Robótica," pp. 1850–2946, 2013.
- S. Gutstein, O. Fuentes, and E. Freudenthal, "Knowledge Transfer in Deep Convolutional Neural Nets," *Int. J. Artif. Intell. Tools*, vol. 17, no. 03, p. 555, 2008.
- P. Constante, O. Chang, E. Pruna, and I. Escobar, "Artificial Vision Techniques for Strawberry's Industrial Classification," *Ieee Lat. Am. Trans.*, vol. 14, no. 6, pp. 2576–2581, 2016.
- M. Havaei et al., "Brain tumor segmentation with Deep Neural Networks," *Med. Image Anal.*, vol. 35, pp. 18–31, 2017.
- I. Erényi and J. Pongrácz, "Quality control in textile industry via machine vision," *Microprocess. Microprogramming*, vol. 32, no. 1–5, pp. 807–813, 1991.
- C. L. Parick Hui, N. Sau, and C. Ip, "Review of Application of Artificial Neural Networks in Textiles and Clothing Industries over Last Decades," in *Artificial Neural Networks - Industrial and Control Engineering Applications*, InTech, 2011.
- R. C. Gonzalez and R. E. Woods, *Digital Image Processing (3rd Edition)*. 2007.
- López Peña Antonio, "Coursera," Curso: detección de objetos, 2014. [Online]. Available: <https://www.coursera.org/learn/deteccion-objetos/l>.
- D. Sebastián Comas and G. J. Meschino, "Segmentación de Imágenes mediante Reconocimiento de Patrones," *Esc. y Work. Argentinio en Ciencias las Imagenes*, 2014.
- R. Casallas and A. Yie "Ingeniería de Software ciclos de vida y metodologías Univ Los Andes Fac Ing. 2010
- R. S.Sabeenian, M. E. Paramasivam, and P. M. Dinesh, "Computer Vision based Defect Detection and Identification in Handloom Silk Fabrics," *Int. J. Comput. Appl.*, vol. 42, no. 17, pp. 41–48, 2012
- S. Haykin, *Neural Networks: A comprehensive foundation*, 2nd ed. New Jersey: Prentice Hall, 1999.
- [J. S. Blanes and J. L. Gorricho, "Técnicas de Evaluación de la Calidad de la Imagen .Tendencias y métricas basadas en Bordes," UPC. 2010.M. Young, *The Technical Writer's Handbook*. Mill Valley, CA: University Science, 1989