

Quetzaltenango, Guatemala  
Universidad Rafael Landívar  
Facultad de Ingeniería

## **Proyecto Inteligencia Artificial: Clasificador de Bayas de Café**

Cristian Alexander Archila Chaclán Carné: 15084-16

Juan Diego Arriola Wundram Carné: 15780-16

### **Introducción:**

La computadora desde su invención hasta nuestros días, ha sido una herramienta que nos permite gran variedad de tareas de forma simple y eficiente. Sin embargo, en los últimos años, su papel en el campo de la investigación y el desarrollo ha sido cada vez un rol más protagonista, gracias a la inteligencia artificial, que le permite nuestros equipos, realizar cada vez funciones más complejas y especializadas. En este documento detallaremos nuestra experiencia utilizando un sistema hecho a base de redes neuronales convolucionales para la clasificación de bayas de café, que es una de las tantas aplicaciones de la inteligencia artificial.

## Fundamento Teórico

### Red Neuronal Convolucional:

Una red neuronal convolucional es un tipo de red neuronal artificial donde las neuronas corresponden a campos receptivos de una manera muy similar a las neuronas en la corteza visual primaria de un cerebro biológico. Este tipo de red es una variación de un perceptron multicapa, sin embargo, debido a que su aplicación es realizada en matrices bidimensionales, son muy efectivas para tareas de visión artificial, como en la clasificación y segmentación de imágenes, entre otras aplicaciones.

Las redes neuronales convolucionales consisten en múltiples capas de filtros convolucionales de una o más dimensiones. Después de cada capa, por lo general se añade una función para realizar un mapeo causal no-lineal.

Como redes de clasificación, al principio se encuentra la fase de extracción de características, compuesta de neuronas convolucionales y de reducción de muestreo. Al final de la red se encuentran neuronas de perceptron sencillas para realizar la clasificación final sobre las características extraídas. La fase de extracción de características se asemeja al proceso estimulante en las células de la corteza visual. Esta fase se compone de capas alternas de neuronas convolucionales y neuronas de reducción de muestreo. Según progresan los datos a lo largo de esta fase, se disminuye su dimensionalidad, siendo las neuronas en capas lejanas mucho menos sensibles a perturbaciones en los datos de entrada, pero al mismo tiempo siendo estas activadas por características cada vez más complejas.





## Aplicación

Nuestro proyecto cuenta con dos redes neuronales convolucionales, cada una de ellas cumple un rol de clasificación específico en dos aplicaciones, la primera de ellas es la aceptación o descarte de una imagen si esta contiene una baya de café y la segunda es la encargada de la clasificación de las bayas del café en sus distintas fases de maduración.

- Clasificación de Café u otro objeto (Tensorflow):

La primera red convolucional usada en nuestro proyecto se encarga de verificar si una imagen es una baya de café u es otro objeto, a esta red se le pasan dos grupos de imágenes, una con bayas de café y la otra con objetos con otras formas y figuras para que la red vaya aprendiendo a identificar como se ve una baya de café. Esto sirve para que no analice la madurez ni el tamaño de otras fotos que se puedan poner que no tengan bayas de café en ellas.

La estructura de la red para este problema está compuesta de la siguiente manera:

Datos:	Capas																			
Imagen de entrada	Convolución + Relu	Pooling	Flatten	Primera capa con pesos	Capa de salida															
<table><tr><td>1</td><td>0</td><td>1</td></tr><tr><td>1</td><td>1</td><td>1</td></tr><tr><td>0</td><td>0</td><td>0</td></tr></table>	1	0	1	1	1	1	0	0	0			<table><tr><td>1</td></tr><tr><td>0</td></tr><tr><td>1</td></tr><tr><td>1</td></tr><tr><td>0</td></tr><tr><td>1</td></tr></table>	1	0	1	1	0	1		
1	0	1																		
1	1	1																		
0	0	0																		
1																				
0																				
1																				
1																				
0																				
1																				

Para este caso, se utiliza una función sigmoideal para la última capa, así el valor resultante puede estar solo entre el rango de 0 y 1. Si el valor es menor o igual a 0.20, entonces la imagen analizada sí contiene una baya de café. Si el valor es mayor a 0.20 entonces no tiene una baya de café.

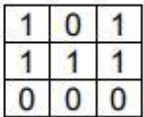
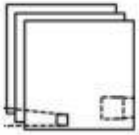




Utilizamos únicamente una neurona en la capa de salida ya que solo necesitamos dos resultados para esta fase, y ambos pueden ser expresados con ella. Debido a esta misma razón, vamos a manejar una pérdida de tipo “binary\_crossentropy” y un modo de clase de tipo “binary”.

Si se cumple la condición de estar evaluando una baya de café, se procede a pasar la imagen a clasificar por la siguiente red neuronal convolucional, que se encargará de clasificar el café en base a las fases de maduración definidas con anterioridad.

- Clasificación por Fases (Tensorflow):

La red neuronal convolucional encargada de la clasificación por fases recibe como datos de entrada 5 grupos de imágenes, cada uno de estos grupos contiene imágenes asociadas a una fase del proceso de maduración del café, posterior al entrenamiento, esta red clasifica la baya del café en una de las 5 etapas definidas con anterioridad.

La estructura de la red para este problema está compuesta de la siguiente manera:

Datos:	Capas				
Imagen de entrada	Convolución + Relu	Pooling	Flatten	Primera capa con pesos	Capa de salida
					

Para este caso, se utiliza una función softmax para la última capa. Lo que esto hace es distribuir un 100% de probabilidad dentro de distintas categorías. De esta manera, la imagen analizada tendrá una mayor probabilidad de estar en una fase, que en las otras 4 fases restantes. Utilizamos 5 neuronas en la capa de salida ya que tenemos que clasificar el café en una de 5 fases. Debido a esta misma razón, vamos a manejar una pérdida de tipo “binary\_categorical\_crossentropy” y un modo de clase de tipo “categorical”.

Al saber que tenemos una baya de café y su fase de maduración, procedemos a tomar el tamaño de la baya para poder usarlo como otro parámetro en la evaluación de la calidad de la baya de estudio

- Determinación de Tamaño (OpenCV):

Como último paso del tratamiento de la imagen, necesitamos determinar el tamaño de la baya de café para establecer en que semana exacta de maduración está. Para ello tomamos la imagen de la baya desde arriba de la misma, a una altura de 16.4cm. De esta forma, podemos re-escalar la imagen a un tamaño de 600 pixeles por 600 pixeles y determinar el número de pixeles que componen a la baya tanto en altura como en longitud. Estas dos medidas luego se promedian para encontrar el diámetro de la baya.

Hay que resaltar que el tomar la foto desde otra perspectiva que no sea paralela a la baya a una altura de 16.4cm resultaría en una determinación errónea del tamaño de la misma.