

Universidad Rafael Landívar
Ingeniería en informática y sistemas
Inteligencia Artificial

Proyecto:
Grados de madurez de una fruta

Michelle Sarahí Sajquin Santos (1540115)
Ana Gabriela Yoc De León(1613515)
Quetzaltenango, 4 de mayo del 2018

Proyecto Inteligencia Artificial

Proceso de producción de naranja

El cultivo de la naranja en Guatemala es una actividad agrícola tradicional para algunas zonas del país, sin embargo, se ha presentado un aumento en su área de producción de modo tal que ha ocupado un importante lugar en la generación de divisas de origen agropecuario.

El semillero debe ser localizado en un lugar fresco, con buen suelo buen drenaje para reducir el problema de enfermedades. Es conveniente usar tierras nuevas, es decir no hacer semilleros respectivamente en el mismo lugar y adicionarles una pequeña cantidad de fertilizante orgánico, rico en nitrógeno, varias semanas antes de la siembra de semilla. Las semillas se pueden sembrar sobre eras en líneas a una distancia aproximada de 5cm y luego se cubren con una capa de 2 a 3cm de tierra.

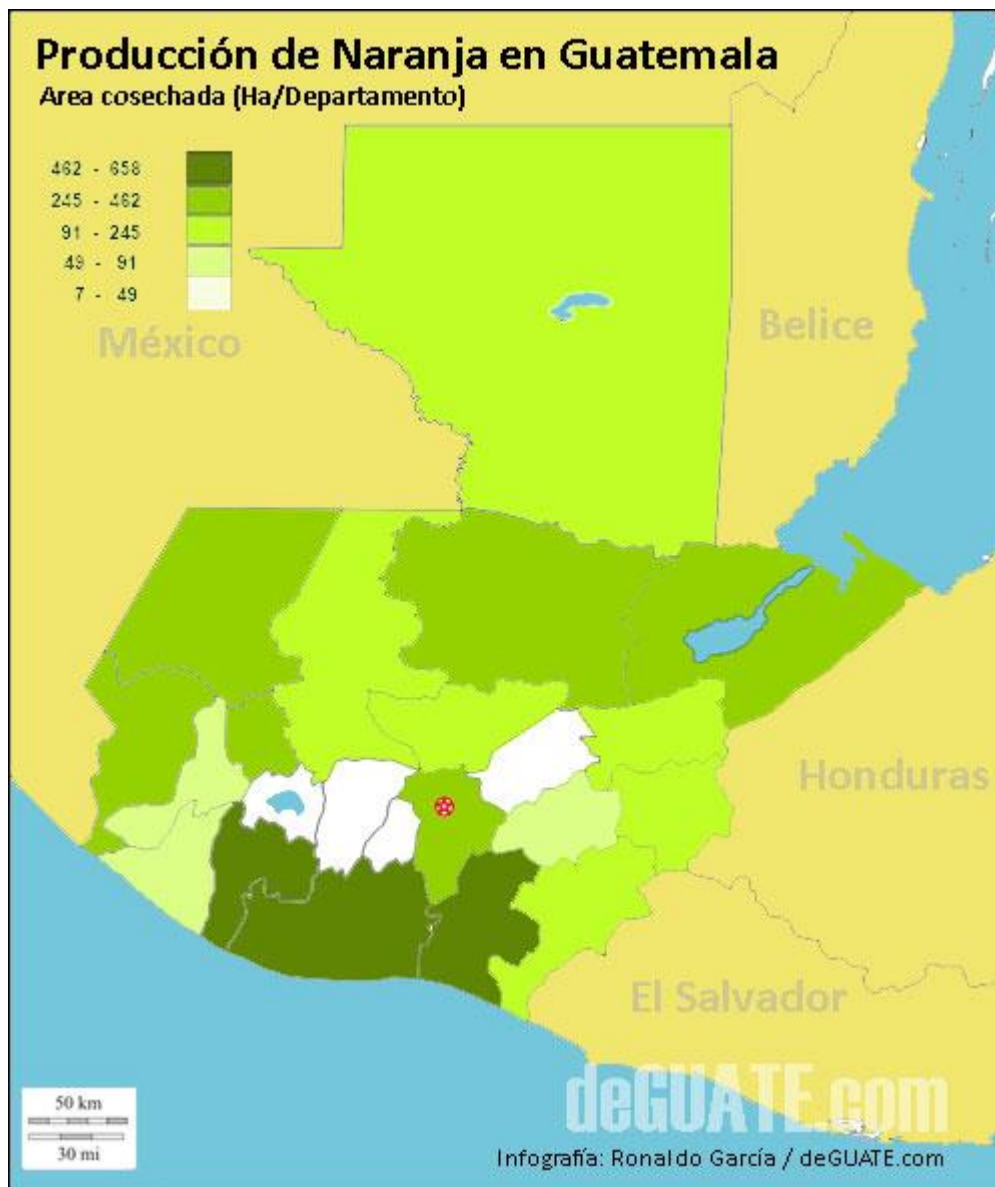
ÍNDICES DE MADUREZ DE LA NARANJA

ESTADO DE MADUREZ	COLOR PIEL	COLOR PULPA	AROMA	SABOR
MUY VERDE	verde	naranja verdoso	1	muy ácido
VERDE	verde	naranja amarillento	2	ácido
PINTÓN	verde amarillento	naranja	3	lig. ácido
MADURO	amarillo	naranja	4	agridulce
SOBREMADURO	naranja amarillento	naranja intenso	5	dulce

Área

cosechada

El 62.6% de la superficie cosechada se encuentra concentrada en 7 departamentos: Santa Rosa (12.0%), Escuintla (11.8%) Suchitepéquez (11.5%), Guatemala (8.7%), Totonicapán (6.2%), Alta Verapaz (6.2%) y San Marcos (6.2%).



En Guatemala se cultivan aproximadamente 4,600 a 5,500 hectáreas de naranja, de las cuales se obtienen 121,762 a 145, 585 TM, las cuales son comercializadas en su mayoría internamente para el mercado de jugos y en fresco; la vida de anaquel de la naranja es de 5 a 8 días en condiciones normales.

Etapas de madurez a considerar para la clasificación

Se tomarán las 4 principales etapas de madurez de la naranja, y los intermedios entre cada estado de maduración serán evaluados tomando en cuenta a que etapa principal se acercan más.

Verde: Coloración completamente verde o en un noventa por ciento de la fruta, indicando un grado mínimo de madurez.



Pintón: Grado intermedio de la madurez del fruto, su color es verde amarillento (cincuenta por ciento verde y cincuenta por ciento amarillo).



Maduro: Grado de madurez adecuado, su color es mayormente amarillo oro o anaranjado brillante.



Sobremaduro o podrido: el color anaranjado es brillante y podría tener pigmentación café en algunas áreas.



Etapas de reconocimiento de imagen

Para esta etapa, primero hay que reconocer el objeto, en este caso el fruto, teniendo el fruto entonces se procede a obtener los píxeles de la imagen con el fruto. Estos datos proceden a ser mapeados y luego normalizados para que estén preparados y sean las entradas de la red neuronal.

Lo que hay que tomar en cuenta para el reconocimiento del fruto(naranja):

- Forma de la fruta: Uno de los factores para la selección de la naranja para analizar sus estados, es su forma redonda, para que el reconocimiento sea más sencillo.
- Colores de la fruta (cuando está verde, pintón, madura, podrida)

Librería

OpenCV es una librería de visión por computador de código abierto, tiene una completa sublibrería de uso general de aprendizaje automático (MLL o Machine Learning Library), que está especializada en el reconocimiento estadístico de patrones.



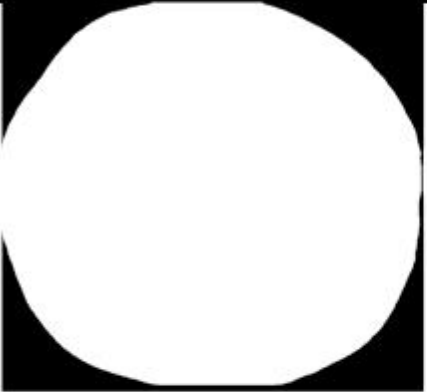
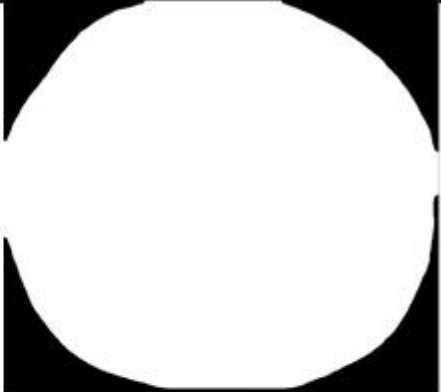
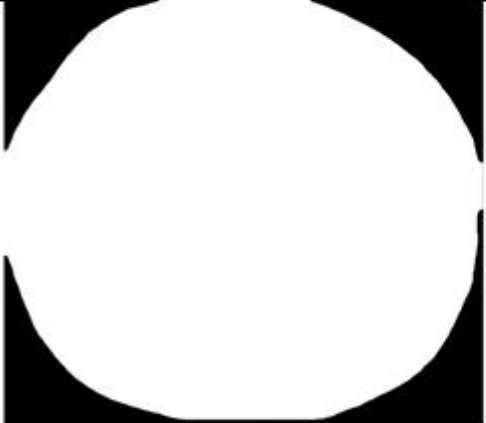
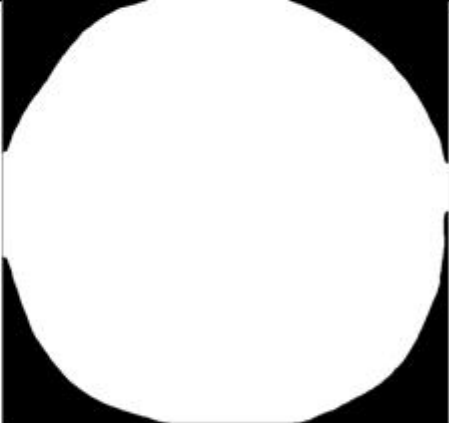

Proceso


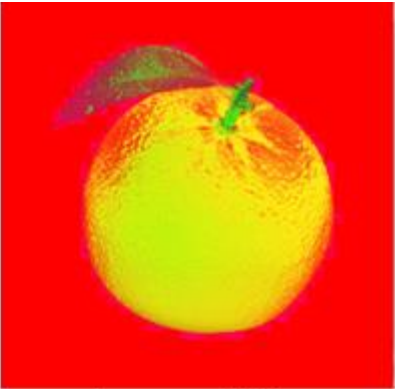
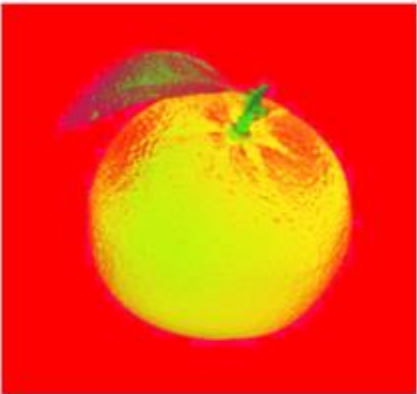




Para el análisis del fruto, lo que necesitamos es una parte de éste, que nos muestre el color del fruto, para ello se necesita realizar un tratamiento a la imagen y así reconocer la parte que necesitamos para el análisis.

- Primero definimos rangos para los límites de color que buscamos en la imagen, usando la escala del modelo HSV. Luego se crea una copia de la imagen original y se cambia al modelo de color HSV.

- Se redimensiona la copia de la imagen que está en HSV. Es necesario filtrar la imagen para eliminar el ruido y reducir las variaciones en la imagen, por ello se aplica en ella el filtro de Gaussian Blur.
- Con dichos valores, se obtiene la imagen binarizada, es decir, que los colores que buscamos, (en este caso una variación de color naranja) se vuelve blanco y todo lo demás pasa a ser negro. Teniendo esto se aplican los métodos de opening y closing para limpiar la imagen de ruido fuera y dentro del objeto respectivamente, obteniendo la imagen del objeto limpia.
- Teniendo la máscara limpia de la imagen, se facilita el proceso de encontrar el contorno sobre el objeto blanco. Ya que una imagen puede tener varios contornos, se procede a encontrar el contorno mayor del objeto.
- El encontrar el contorno de la fruta, nos facilita poder extraer o recortar una parte de este para obtener el color que posteriormente será utilizado para entrenar la red neuronal.

Ejemplo 1

 <p>Imagen original</p>	 <p>Imagen en HSV</p>
 <p>Imagen redimensionada y suavizada</p>	 <p>Imagen sin ruido fuera del objeto</p>
 <p>Imagen redimensionada y suavizada</p>	 <p>Imagen sin ruido fuera del objeto</p>
 <p>Contorno del objeto</p>	

		
<p>Imagen original</p>		<p>Imagen en HSV</p>
		
<p>Imagen redimensionada y suavizada</p>		<p>Imagen sin ruido fuera del objeto</p>
		
<p>Imagen redimensionada y suavizada</p>		<p>Imagen sin ruido fuera del objeto</p>
		
<p>Contorno del objeto</p>		

Entradas y normalización

Teniendo el recorte, lo que necesitamos de este son los píxeles, para poder entrenar la red. Estos recortes también tienen que ser redimensionados, ya que no fueron recortados en base a una dimensión específica. Cada píxel de la imagen contiene tres valores en formato RGB, que corresponden a cada color (rojo, verde, azul).

Estos son extraídos mediante la librería PIL o Pillow. Estos datos oscilan entre 0 y 255 (cada valor RGB), por lo que deben ser normalizados, para el mejor funcionamiento y entrenamiento de la red neuronal. Luego son almacenados en un archivo, el cual será el archivo con los datos de entrada para la red. A estos también se le deben agregar los valores que deben ser las salidas de la neurona.

Normalización:

Para la normalización necesitamos saber los valores mínimos y máximos en los que están dados los datos. En este caso están entre 0 y 255, y también el valor de la escala en la que van a estar normalizados, este valor será de 10, para que los valores oscilen entre 0 y 10.

Normalización = $\frac{x - x_{\min}}{x_{\max} - x_{\min}}$ donde x es el valor a normalizar, x_{\max} el valor máximo y la constante, es la escala a normalizar.

Redes neuronales artificiales

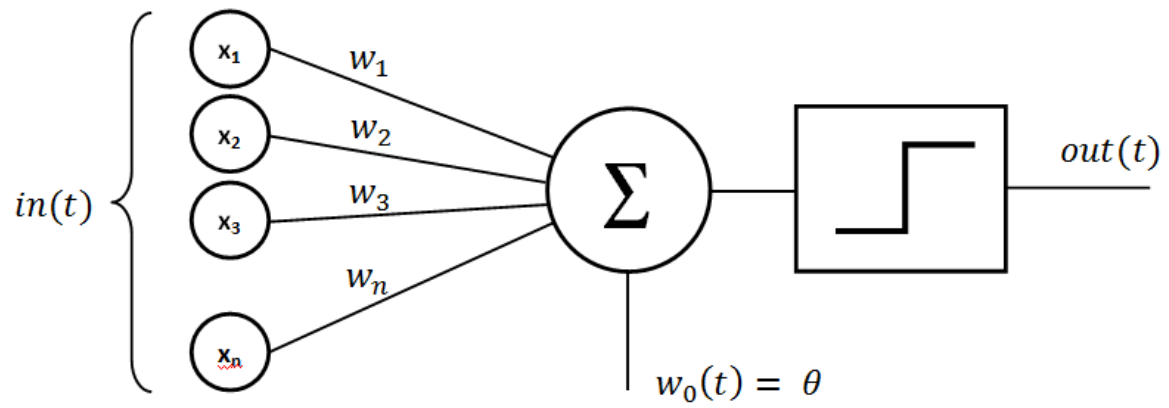
Las RNA son sistemas de procesamiento de la información cuya estructura y funcionamiento están inspirados en las redes neuronales biológicas (Hilera y Martínez, 1995). Consisten en un gran número de elementos simples de procesamiento llamados nodos o neuronas que están organizados en capas. Cada neurona está conectada con otras neuronas mediante enlaces de comunicación, cada uno de los cuales tiene asociado un peso. Los pesos representan la información que será usada por la red neuronal para resolver un problema determinado.

Así, las RNA son sistemas adaptativos que aprenden de la experiencia, esto es, aprenden a llevar a cabo ciertas tareas mediante un entrenamiento con ejemplos ilustrativos.

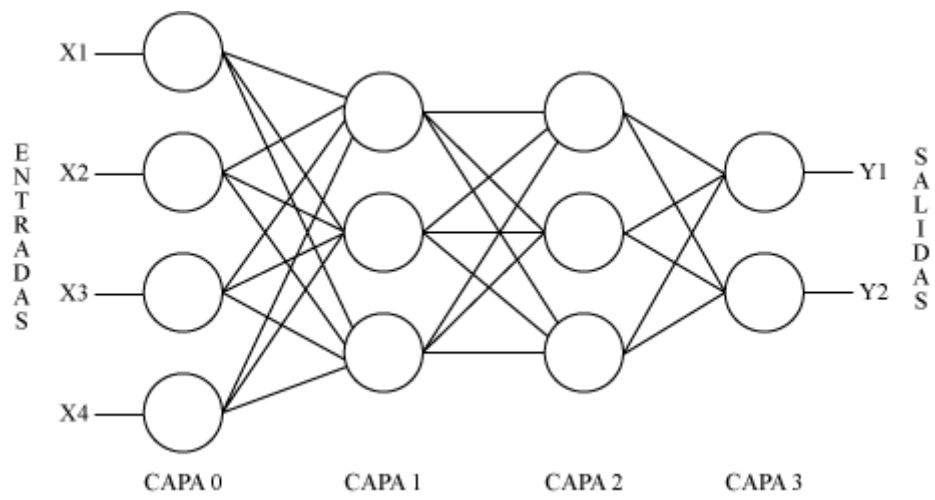
Arquitectura

Las neuronas que componen una RNA se organizan de forma jerárquica formando capas. Una capa o nivel es un conjunto de neuronas cuyas entradas de información provienen de la misma fuente (que puede ser otra capa de neuronas) y cuyas salidas de información se dirigen al mismo destino (que puede ser otra capa de neuronas). En este sentido, se distinguen tres tipos de capas: la capa de entrada recibe la información del exterior; la o las capas ocultas son aquellas cuyas entradas y salidas se encuentran dentro del sistema y, por tanto, no tienen contacto con el exterior; por último, la capa de salida envía la respuesta de la red al exterior.

En función de la organización de las neuronas en la red formando capas o agrupaciones podemos encontrarnos con dos tipos de arquitecturas básicas: redes multicapa y redes monocapa.

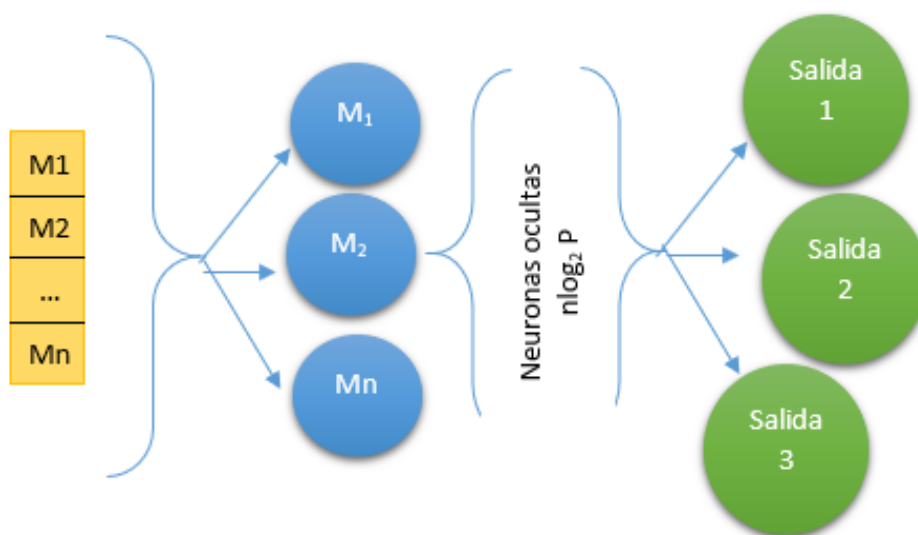


Red monocapa

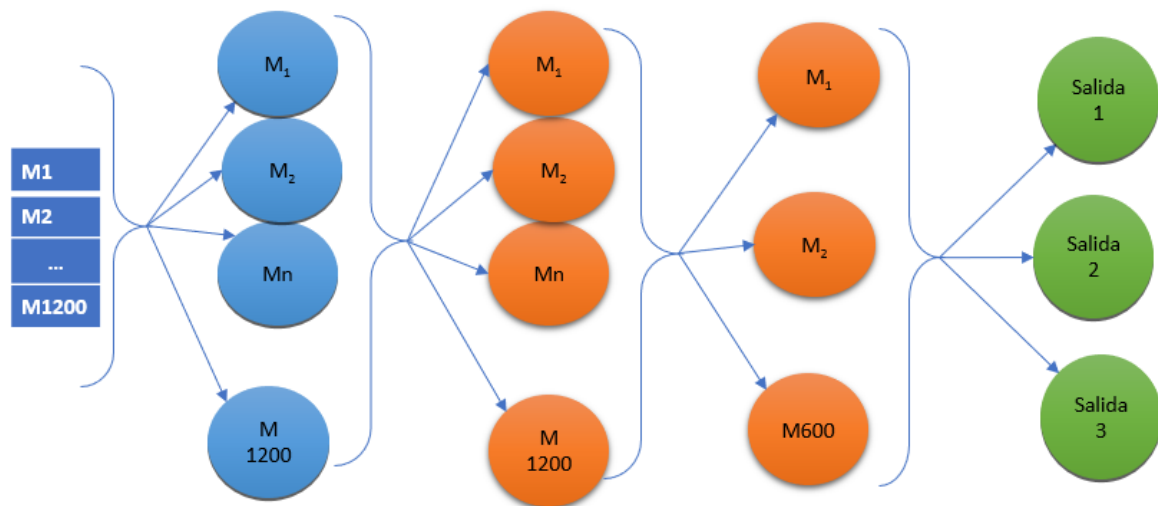


Red multicapa

Diseño inicial de la red neuronal



Diseño final de la red neuronal



Entrenamiento

La neurona fue entrenada con datos de veinticinco imágenes de naranjas en buen estado. Cada imagen fue redimensionada a 40x10, por lo tanto, tiene 400 píxeles, teniendo en cuenta que cada valor de los píxeles contiene 3 valores RGB, las entradas serían $400 * 3 = 1200$, más las salidas esperadas (3 salidas), los datos de entrada en la red serían 1203. Esto por cada imagen.

Establecimos que la salida de la red neuronal, iba a ser una capa con 3 neuronas, por lo tanto, son 3 valores de salida, distribuidos de la siguiente forma:

Etapas de madurez			
Verde	1	0	0
Maduro/ Buen estado	0	1	0
Podrido	0	0	1

Todas las demás combinaciones serán tomadas como objetos que no son naranjas verdes, maduras, ni podridas. Se les asociará otro tipo de objetos, para que la red neuronal sepa qué hacer cuando ocurran las otras posibilidades, y cualquier otra combinación desconocida, será catalogada como un error.

Los datos obtenidos de las imágenes se almacenan en un archivo con extensión csv, cada línea de este archivo equivale a los datos de entrada de una imagen. Y este archivo se le pasa como entrada a la red neuronal.

```
Epoch: 200; Error: 0.29883257150668646;  
Epoch: 300; Error: 0.2671737218701711;  
Epoch: 400; Error: 0.19358447542028076;  
Epoch: 500; Error: 0.15170307492374768;  
Epoch: 600; Error: 0.1245229305544866;  
Epoch: 700; Error: 0.10334651077121915;  
Epoch: 800; Error: 0.08168664891781749;  
Epoch: 900; Error: 0.1433213105883642;  
Epoch: 1000; Error: 0.09204227527147935;  
Epoch: 1100; Error: 0.06957085227951391;  
Epoch: 1200; Error: 0.06428487100310909;  
Epoch: 1300; Error: 0.056444359978487436;  
Epoch: 1400; Error: 0.04357527169257869;  
Epoch: 1500; Error: 0.06472352835254969;  
Epoch: 1600; Error: 0.053268101476294995;  
Epoch: 1700; Error: 0.03829878960893917;  
Epoch: 1800; Error: 0.0219403591829945;  
The goal of learning is reached
```

Fase de entrenamiento

Por el momento, la red solo ha sido entrenada con los datos de las naranjas que están en buen estado. La red fue entrenada con 1800 épocas, y en cada una fue disminuyendo el error, hasta alcanzar los valores esperados.

Cuando tenemos la red entrenada, se guarda en un archivo tmt. Teniendo ya la red, podemos probar con imágenes de naranjas nuevas, y así interpretar los datos de salida, especificando si la naranja está verde, madura o podrida.



Imagen de prueba para la red.



Muestra de la naranja. (Recorte a analizar)

```
C:\Users\miche\Desktop\proyectoIA>python red.py  
La naranja esta madura
```

Después de analizar la imagen, la aplicación interpreta los datos de salida de la red, y determina el grado de madurez de la naranja.

Complicaciones y limitantes presentadas en el desarrollo

- Tenemos conflictos con las naranjas verdes y podridas, ya que identificamos el objeto mediante el color, y para esto establecemos un rango de color en el cual sabemos que es una naranja. Para el tipo de naranja verde y podrida, ha sido hasta el momento, inconcebible, encontrar un rango de color que se asemeje.
- Una limitante de nuestra aplicación, es el identificar naranjas que sean del mismo color que el fondo de la imagen, ya que el método para identificar el objeto es mediante el color, si el fondo de la imagen es igual al color de la naranja, la aplicación tomará también el fondo o cualquier otra cosa que sea de un color semejante.

Porcentaje de madurez y calidad

Se realizó un promedio de todo el color de la naranja, para luego implementar la colorimetría y así encontrar las estimaciones de madurez y calidad.

Colorimetría en las frutas

Es la ciencia que estudia la medida de los colores y que desarrolla métodos para la cuantificación del color. Lo hace mediante la medición de tres componentes de colores primarios de luz que son vistos por el ojo humano, específicamente el rojo, verde y azul (modelo RGB en inglés).

Fecha estimada de caducidad

En base a investigaciones, determinamos un periodo de 10 días desde que la naranja está verde, hasta cuando llega a la madurez máxima, después de este plazo, consideramos que la naranja ha llegado a su fecha de caducidad, por lo tanto no sería comestible.

Tomando en cuenta el porcentaje de madurez que tiene un naranja, se le impone el plazo máximo que le queda para consumirse. Siendo así, mientras más madura esté la naranja, más cerca está de vencer.

Conclusiones

- La constante de entrenamiento resultó ser óptima con el valor 0.01. El aumento de esta variable provocaba que el entrenamiento diera valores nada parecidos a las salidas esperadas, y la disminución de éste hacía que la red entrenara mucho más rápido, pero los valores tampoco eran los más acertados.
- Mientras más eran los datos de entrada, la red no llegaba a entrenar, tardando así, poco más de tres horas, y su error no disminuía.

El código fuente puede encontrarse aquí:

<https://github.com/michellesarahi99/Deteccion-de-patrones>