

Detección de enfermedades en plantas con procesamiento de imágenes.

Adaptado y traducido de: Segmentation of PlantVillage Leaf Images, Boris Conforty, 2016,
https://github.com/digitalepidemiologylab/plantvillage_deeplearning_paper_analysis/blob/master/PlantVillageSegmentation.pdf

Las imágenes:

Se han reunido una colección de más de 54.000 imágenes a lo largo del tiempo. Las imágenes fueron tomadas por diferentes personas, usando diferentes cámaras con diferentes ajustes automáticos, bajo diferentes condiciones de iluminación. Algunos ya están segmentados. Aquí están algunos ejemplos:



Original

Corregida

Resultado final

El objetivo

La tecnología, en particular la visión por computadora ahora hace posible "enseñar" a una computadora a reconocer características en imágenes. Si uno tiene suficientes imágenes con características conocidas, una "máquina educada" puede alcanzar un nivel de desempeño en reconocimiento que compita con el de los humanos entrenados.

El reto es hacer que las imágenes sean usadas para entrenar un algoritmo que, a su vez, pudiera distribuirse por todo el mundo para diagnosticar enfermedades de las plantas con un teléfono inteligente.

El Reto

El llamado aprendizaje profundo con redes neuronales es la herramienta elegida para entrenar a una computadora para que reconozca características. La idea es que la red neuronal ingiera una imagen y le digas lo que acaba de ver. Si lo hace miles o millones de veces, poco a poco "aprende". El diagnóstico basado en imágenes se trata principalmente de características visuales (a diferencia del contexto, por ejemplo), por lo que nuestro sueño podría volverse realidad.

Una gran preocupación sobre la enseñanza de una máquina es que debe asegurarse de que aprenda lo que quiere y no otra cosa. Si desea enseñarle a una computadora a distinguir entre manzanas y plátanos, y todas sus imágenes de manzanas son en blanco y negro, mientras que sus imágenes de plátanos son en color, simplemente podría llegar a la conclusión obvia de que todas las imágenes en blanco y negro del mundo son dibujos de manzanas.

Por lo tanto es obvio inferir que todas nuestras imágenes son a color. Pero, entre todas las imágenes, se pueden detectar fácilmente características específicas de un conjunto de imágenes u otro. Por ejemplo, la mayoría de nuestras imágenes de hojas de manzano saludables podrían ser azuladas, o la mayor parte de nuestro tizón temprano del tomate podría estar sobre un fondo claro con sombras fuertes y nítidas. Nosotros, como seres humanos, detectamos fácilmente estas características como no relevantes; no es tan obvio para una computadora.

Entonces surgió la idea de procesar nuestras imágenes para eliminar el fondo y mantener solo la hoja. Este proceso se llama segmentación.

Resumen del método

Nuestro enfoque fue empírico. Tomamos una imagen e intentamos encontrar una manera de separar la hoja del fondo. Luego ajustamos la técnica para que funcionara con más y más imágenes, hasta que alcanzamos un resultado casi perfecto o al menos decente con casi todas ellas..

Los pasos son:

- Mejorar / estandarizar la imagen
- Detectar las características de color del fondo
- Reconstruir una mejor imagen
- Crear una colección de máscaras basadas en varias características de la imagen
- Procesar las máscaras y combinarlas en una máscara final
- Utilizar la máscara final para hacer que el fondo sea negro.

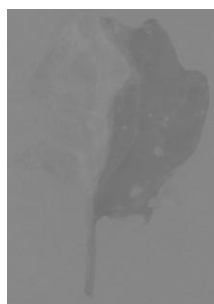
Mejorar la imagen

Si toma una foto de un fondo uniforme en condiciones de iluminación no uniforme, terminará con un degradado en todos los canales R, G y B (en el espacio de color RGB), mientras que solo el canal L se verá afectado (en el espacio de color Lab).

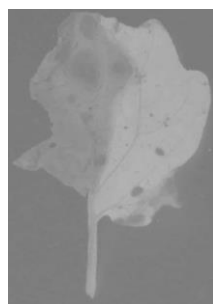
Convertimos la imagen RGB original al espacio de color Lab:

Original

L



a



b

Ajustes de canal L

El contraste se ajusta automáticamente. Luego, los gradientes leves de luminosidad se eliminan parcialmente con enmascaramiento de banda en el espacio de frecuencia a través de la transformada de Fourier.



L



Contrasted



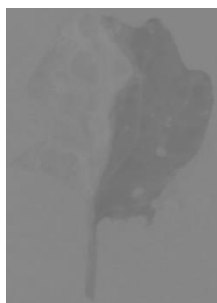
Filtered

Borrado

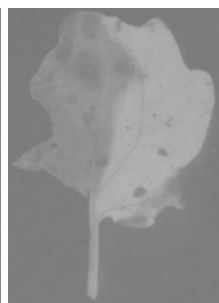
Los canales L, a y b están ligeramente borrosos para reducir el ruido en las imágenes:



L



a

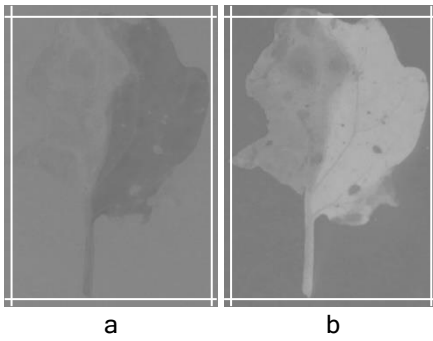


b

Detectar las características del color del fondo

Corte de bordos

Esperamos que al menos uno de los bordes de la imagen muestre el fondo. Por lo tanto, extraemos los 4 bordes de pocos píxeles de ancho:



Color mediano

El nivel medio de cada borde de imagen se calcula para los canales a y b.

Selección del color mediano

El color de la mediana del borde que está más alejado del verde se considera el que tiene más probabilidades de ser el del fondo y será el punto de partida para la detección del fondo.

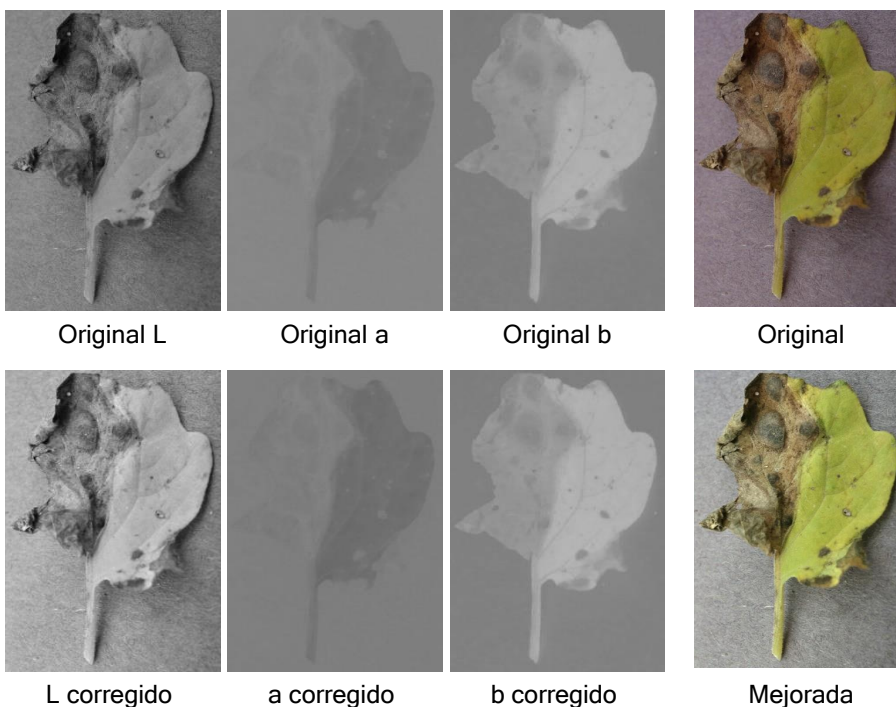
Si el color es demasiado cercano al verde, consideramos que no se encontró ningún fondo y saltamos el resto del procesamiento.

Reconstruir una mejor imagen

Corrección y reconstrucción del canal a y b

Como sabemos que nuestras imágenes fueron tomadas sobre un fondo gris claro, los valores de a y b para todos los píxeles se desplazan de modo que los valores medianos encontrados en el paso anterior se conviertan en grises (0.5),

Al corregir los canales a y b, nos aseguramos de que el fondo sea del color correcto y la hoja recupere su color natural.



Crear una colección de mascarar basadas en varias características de la imagen

Esta parte es donde se dirigieron la mayor parte de los ajustes empíricos. Una máscara es una imagen con todos los píxeles configurados en blanco o negro, correspondiente a una elección binaria (bueno / malo, conservar / no conservar, etc.). Después de varios pasos, se crea un conjunto de máscaras que terminan con las siguientes máscaras:

1. Máscara de color: selección de los píxeles cuyo color es similar al del fondo.
2. Máscara de sombra: selección de áreas oscuras que probablemente sean sombras.

Máscara de color

Esta máscara se genera comparando el valor de cada píxel, en los canales a y b, con el correspondiente del fondo. Se aplica un umbral para mantener solo los píxeles que supuestamente no forman parte del fondo.



Color mask

Máscara de sombra

La máscara de sombra intenta mantener solo los píxeles que no son demasiado oscuros y con un color no demasiado alejado del fondo.



Shadow mask

Pasos finales

Combinar las máscaras

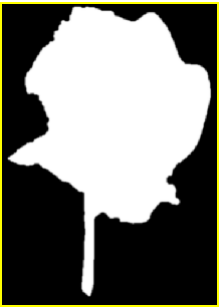
Las máscaras de color y sombra se combinan para que las áreas de sombras se eliminen de la máscara de color.



Intermediate mask

Eliminar artefactos y detector bordes de hojas

La máscara se procesa para eliminar píxeles blancos o negros aislados, mediante erosión y dilatación. A continuación, se aplica un relleno de inundación desde el borde para seleccionar todo el fondo y la máscara se difumina ligeramente.



Intermediate mask

Máscara de la imagen corregida

La imagen reconstruida con corrección de color ahora está enmascarada, es decir, el fondo se vuelve negro.



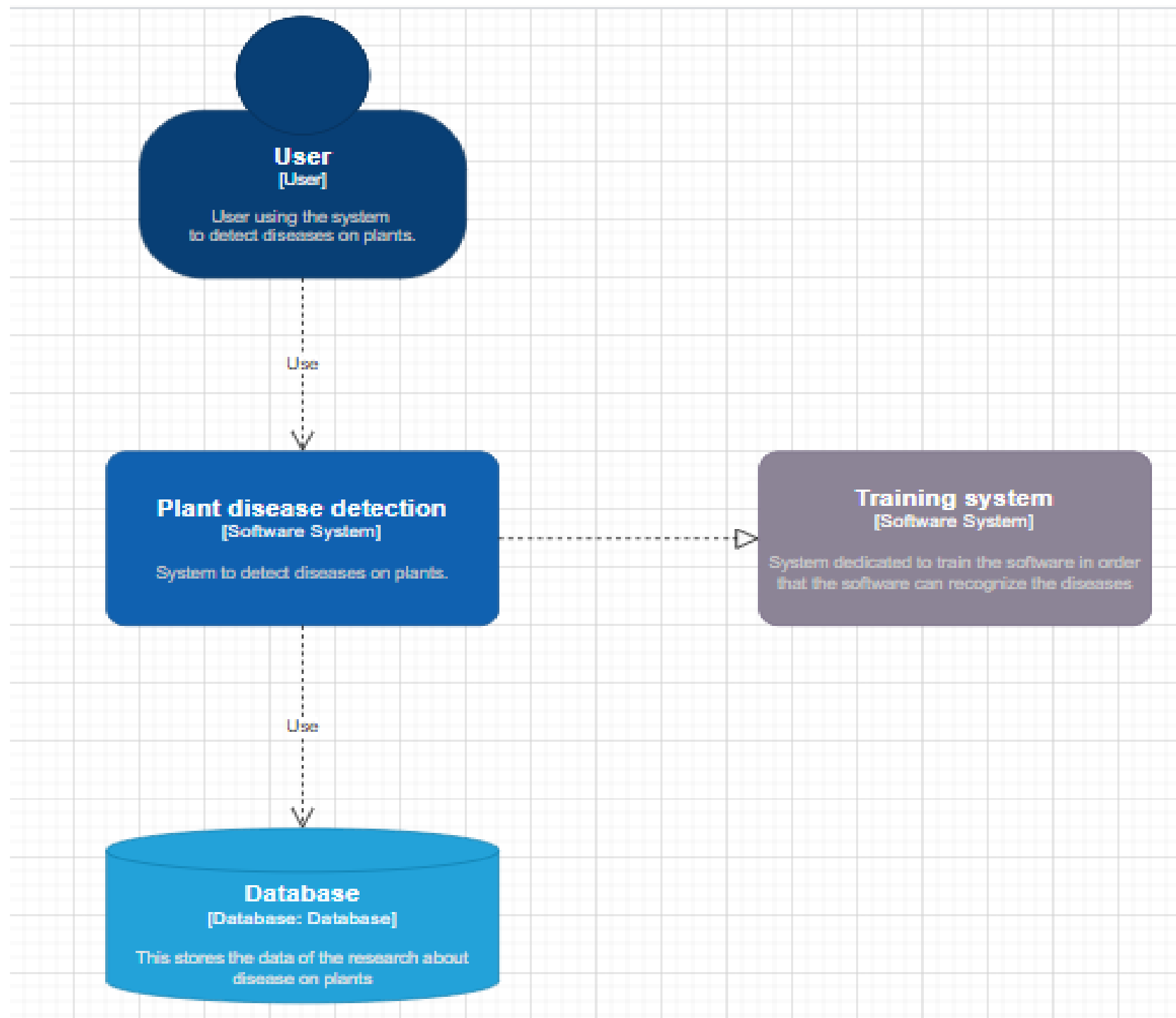
Original

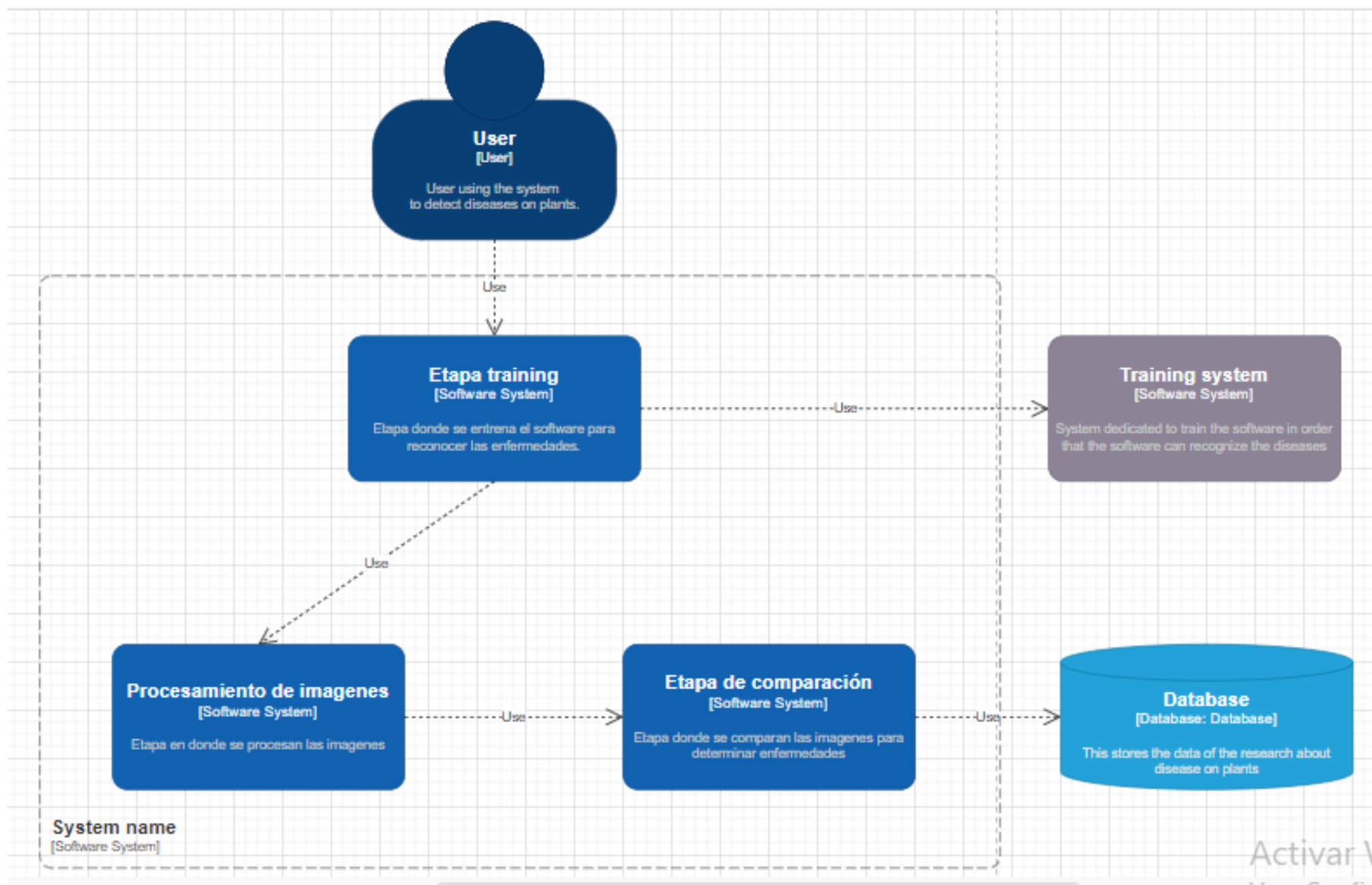


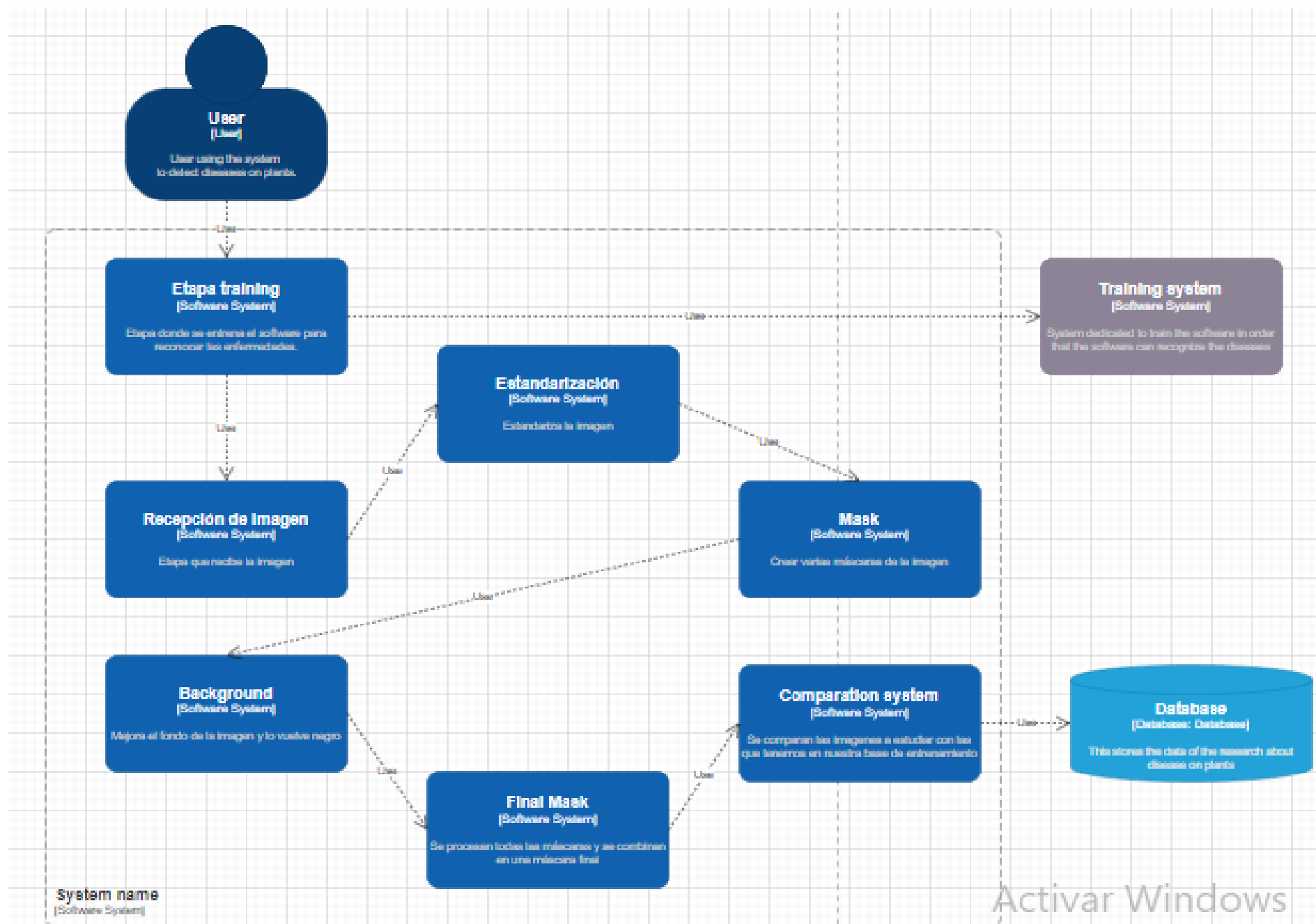
Corrected

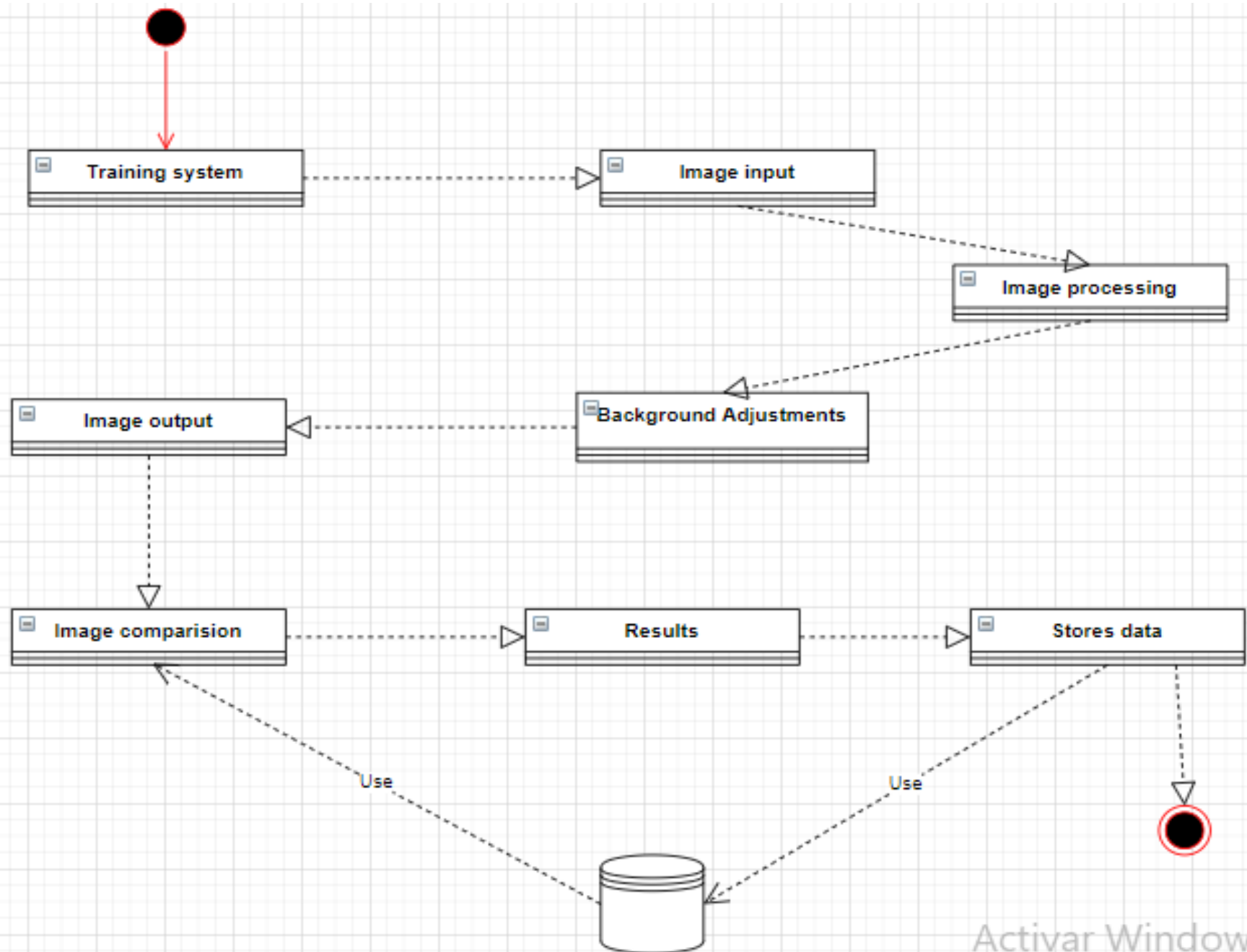


Final result









Tipo de componente	Complejidad alto	Complejidad medio	Complejidad alto
Entrada externa	3	4	6
Entrada externa	3	4	6
Archivo lógico interno	5	7	10
Archivo lógico interno	5	7	10
Salida externa	7	10	15

Componente	Tipo de componente	Nivel de complejidad
Ingreso imágenes	Entrada externa	Bajo
Entrenamiento software	Entrada externa	Medio
Procesamiento de imágenes	Archivo lógico interno	Medio
Comparación de imágenes	Archivo lógico interno	Alto
Almacenamiento de data	Salida externa	Medio

**El número de
puntos de función
no ajustado es 34**

Componente	Tipo de componente	Nivel de complejidad	Puntos de función
Ingreso imágenes	Entrada externa	Bajo	3
Entrenamiento software	Entrada externa	Medio	4
Procesamiento de imágenes	Archivo lógico interno	Medio	7
Comparación de imágenes	Archivo lógico interno	Alto	10
Almacenamiento de data	Salida externa	Medio	10