

UNIVERSIDAD DE COSTA RICA
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Eléctrica

IE0499 – Proyecto Eléctrico

**Implementación de un sistema inteligente de
reconocimiento de hongos de Costa Rica a partir de
imágenes**

por

Roberto Sánchez Cárdenas

Ciudad Universitaria Rodrigo Facio

Diciembre de 2021

Índice general

Índice general	iii
Índice de figuras	iii
1 Definición del proyecto	1
1.1. Justificación	1
1.2. Alcances	1
1.3. Problema a resolver	2
1.4. Objetivo general	2
1.5. Objetivos específicos	2
1.6. Metodología	2
2 Esquema del teórico	5
3 Diagrama general del diseño	7
4 Origen de los datos	9
Bibliografía	13

Índice de figuras

2.1. Esquema del Marco Teórico	6
3.1. Diseño general del predictor de macro hongos a partir de imágenes	7
4.1. Captura del sitio web iNaturalist	10

4.2.	Imagen de Hongo Laccaria amethystina en Copey de Dota. Imagen por Ale Vindas.	10
4.3.	Captura del grupo de Facebook llamado "Hongos - Micología de Costa Rica"	11
4.4.	Vista superior de hongo Lentinus crinitus	12
4.5.	Vista lateral de hongo Lentinus crinitus	12

DEFINICIÓN DEL PROYECTO

1.1. Justificación

En Costa Rica existen más de 3000 especies de Hongos registradas, número que podría ser superior pues el estudio en el área de la micología es una trabajo en desarrollo. Usualmente, los hongos son clasificados utilizando una jerarquía que posee varios atributos: reino, divisiones, clases, ordenes, familias, géneros y especies, donde el nombre científico contempla los últimas dos. Los individuos que pertenecen a un mismo género suelen tener características físicas que similares entre sí. Para ser capaz de identificar otros tipos de características es importante también identificar la especie a la que pertenece el individuo, pues de esta manera se puede llegar a diferenciar entre un hongo medicinal, comestible, alucinógeno o tóxico.

El desarrollo de un sistema inteligente podría ayudar a personas con poca experiencia a diferenciar el género y especie a la que pertenece un hongo con fines educativos, es importante destacar que un sistema de este tipo no debe ser utilizado para tomar la decisión de consumir cierta especie. El acceso a un sistema de dicha índole puede colaborar en el descubrimiento de nuevas especies si las imágenes que se identifiquen son agregadas a bases de datos que pueden ser luego identificadas por expertos en el área.

1.2. Alcances

El acceso a datos de hongos en formato de imagen es limitado, pues no existen bases de datos en las que se disponga múltiples imágenes recopiladas para especies de hongos de Costa Rica, por este motivo se debe realizar un esfuerzo por recopilar imágenes suficientes para realizar el entrenamiento de la red neuronal. Para disminuir la cantidad de datos necesarios se propone utilizar la técnica de Transfer Learning.

Se propone el desarrollo de un sistema de reconocimiento de imágenes el cuál haga uso de aprendizaje profundo, específicamente de Redes Neuronales Convolucionales para la clasificación de imágenes. El sistema debe ser capaz de tomar como entrada una imagen y como salida dar un vector de probabilidades sobre el género y especie a la que puede pertenecer el individuo presentado. Inicialmente se propone el entrenamiento del sistema para el reconocimiento de 15 especies distintas de hongos.

Una vez se tenga el sistema de predicción funcional, se plantea la implementación de un bot de Telegram el cual sea capaz de recibir imágenes y dar como resultado una predicción automática.

1.3. Problema a resolver

1.4. Objetivo general

Implementar un sistema que permita realizar la clasificación de género y especie de Hongos de Costa Rica a partir de imágenes.

1.5. Objetivos específicos

- Compilar imágenes de hongos de especies de Costa Rica identificables para el desarrollo de un corpus de libre acceso que sea útil en el entrenamiento de una red neuronal.
- Diseñar la topología de una red neuronal convolucional que permita obtener la probabilidad de que la entrada pertenezca a las clases disponibles en el modelo para la correcta predicción de hongos de Costa Rica.
- Considerar la necesidad de utilizar metodologías que permitan entrenar la red neuronal con un número de datos de entrenamiento reducido, para disminuir el tiempo en la creación del corpus.
- Elaborar un bot en Telegram que permita la interacción de un usuario con la red, para así utilizar las imágenes de ejecución para evaluar la validez de dichas imágenes de ser añadidas en el corpus.

1.6. Metodología

Se plantea un procedimiento base a seguir para correcto desarrollo de la investigación e implementación del proyecto planteado. Se lista una serie de pasos a continuación:

1. Revisión de documentos científicos relevantes en el estudio de hongos en el territorio costarricense.
2. Revisión de artículos sobre sistemas de clasificación de imágenes a partir de redes neuronales convolucionales.
3. Investigación sobre topologías de redes neuronales convolucionales para el reconocimiento de imágenes.
4. Investigación sobre función de activación softmax para predicción probabilística.
5. Investigación sobre las bibliotecas pyTorch y TensorFlow para el reconocimiento de imágenes.
6. Colecta de suficientes imágenes tomadas de internet para el entrenamiento de la red neuronal.

7. Definición de la topología de red neuronal ideal para el problema de clasificación.
8. Implementación de la red neuronal.
9. Entrenamiento y validación de la red neuronal convolucional implemetada.
10. Diseño e implementación del bot en la red social Telegram.
11. Reporte de resultados obtenidos con el modelo entrenado para dicha red neuronal.

ESQUEMA DEL TEÓRICO

El presente proyecto de investigación realiza la unión de la inteligencia artificial con la micología, áreas que se encuentran en espectros muy distintos. El principal objetivo del presente es la implementación de un sistema inteligente, por lo que el principal reto en el aspecto biológico es la identificación de las especies presentes en Costa Rica y tener las herramientas para la identificación precisa de hongos, de esta manera se puede trabajar en el desarrollo de un corpus de datos anotados.

Por su parte, se debe realizar una investigación sobre inteligencia artificial para entender a profundidad los tipos de redes neuronales que pueden ser de utilidad para el problema de clasificación de imágenes. Inicialmente se propone la investigación de redes neuronales convolucionales por el buen desempeño que suele tener este tipo de red para el reconocimiento de imágenes. Además se desea que el sistema sea capaz de dar porcentajes de certeza de que dichas imágenes pertenezcan a una especie u otra, motivo por el cual se propone la investigación de la función de activación Softmax. Además, se propone que la red neuronal implemente el método de transfer learning.

Un aspecto de suma importancia es el procesamiento de los datos que se debe realizar para que las redes neuronales consuman información. Dichos sistemas suelen trabajar con tensores, motivo por el cual es importante la investigación del tema. Además algunos sistemas funcionan mejor cuando se aplican métodos de procesamiento de imágenes como filtros para extraer mejor la información.

Es importante contar con métricas de desempeño que permitan validar el correcto funcionamiento del modelo generado a partir de la red neuronal, por este motivo se deben buscar métricas que permitan evaluar el comportamiento del sistema para trabajar en la mejora del mismo.

Finalmente, es importante tener conocimiento sobre las implementaciones de redes neuronales existentes, por este motivo se propone la investigación de la biblioteca PyTorch, donde se tiene acceso libre a sistemas para el reconocimiento de imágenes por medio de los módulos de TorchVision. Alternativamente se puede investigar sobre TensorFlow, biblioteca enfocada a el aprendizaje profundo que también posee modelos pre-entrenados. Se propone la investigación de el API de Telegram para el desarrollo de Bots, de tal manera que se pueda tener un sistema de fácil acceso para el uso del modelo desde cualquier lugar. En la figura 2.1 se presenta un esquema con los temas mencionados previamente para el correcto desarrollo del presente proyecto.

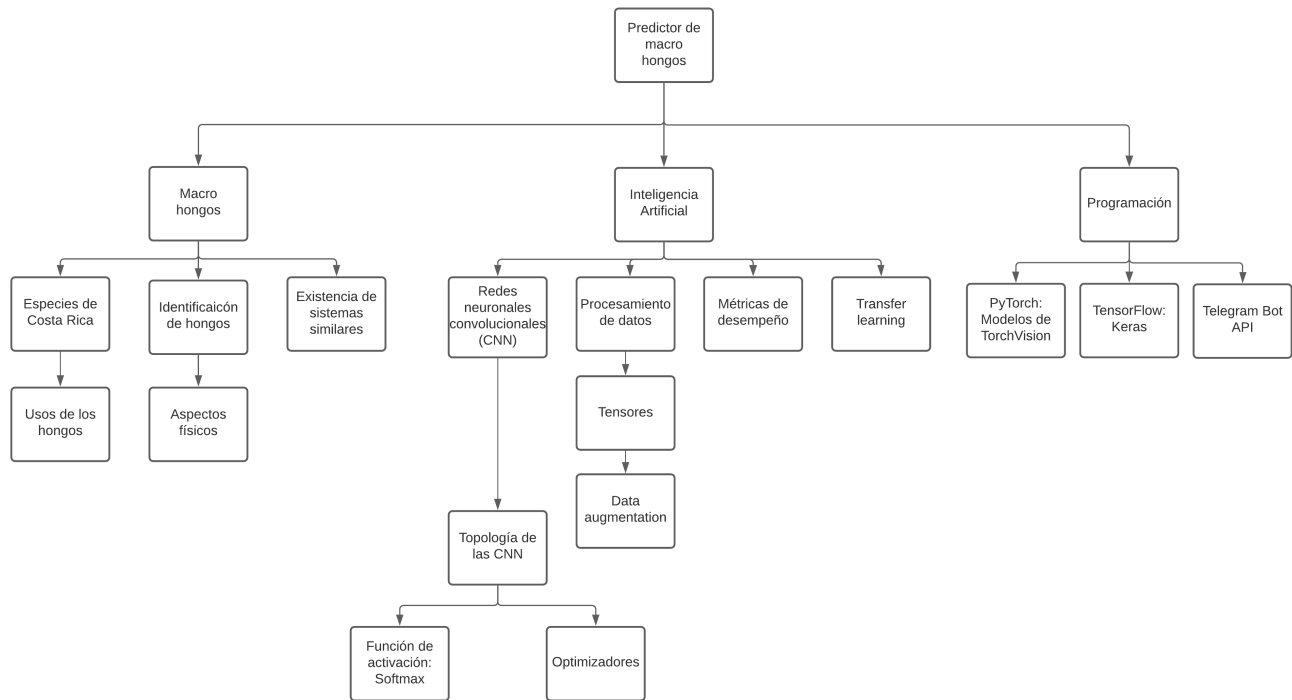


Figura 2.1: Esquema del Marco Teórico

Además del temas propuestos, en caso de no conseguir suficientes imágenes para el entrenamiento del modelo, es importante investigar sobre métodos que permitan aumentar el tamaño del conjunto de datos que se desea utilizar por medio de procesamiento de imágenes.

DIAGRAMA GENERAL DEL DISEÑO

Se propone un diseño preliminar sobre la implementación que se desea realizar.

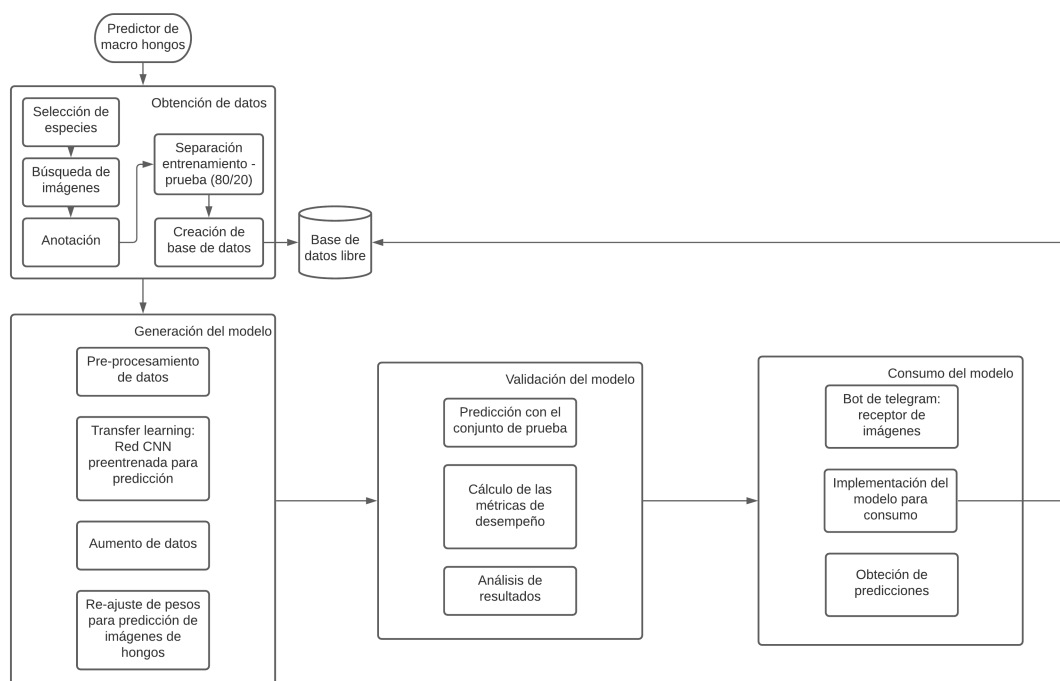


Figura 3.1: Diseño general del predictor de macro hongos a partir de imágenes

Para la implementación de la técnica de transferencia de aprendizaje (transfer learning), se propone el uso de los modelos preentrenados para el reconocimiento de imágenes, específicamente aquellos que hacen uso de redes neuronales convolucionales. Existen modelos de dicha índole con acceso libre en la web, algunos ejemplos de modelos populares son: Inceptionv3 [7] y EfficientNet [8].

ORIGEN DE LOS DATOS

Para el desarrollo de este tipo de proyectos es ideal contar con todos los datos que sean necesarios para entrenar y validar el modelo construido a partir de una red neuronal, esto debido a que sin datos no se puede comenzar a trabajar. Además de la imposibilidad de entrenar y evaluar, la recolección y anotación adecuada de los datos es una tarea muy laboriosa donde, dependiendo del tamaño del conjunto de datos, se puede tomar hasta un 50 % o más del tiempo que toma realizar el proyecto.

Se contactó a dos investigadoras expertas en Micología de las escuelas de Microbiología y Biología de la Universidad de Costa Rica, quienes indicaron que no existe una base de datos dedicada a la investigación que contenga imágenes sobre diferentes especies de macro hongos existentes en Costa Rica. Por este motivo, se debe realizar la tarea de buscar las imágenes y anotarlas. Para la identificación se puede acudir a guías como las mostradas en [2–6], las cuales además de ser útiles para la identificación, pueden ser una fuente de importante de datos.

Además de los documentos publicados formalmente, se pueden extraer imágenes de Internet, sin embargo es de suma importancia contar con un experto que sea de ayuda para validar todo el trabajo de anotación que se realice, pues la tarea de identificar hongos de manera precisa puede ser sumamente compleja. Una de las principales fuentes de imágenes que puede utilizarse es el sitio web iNaturalist [1], donde entusiastas de la micología publican sus fotografías con el género y especie al cual se cree que dicho macro hongo pertenece. Este sitio es de suma relevancia pues permite que, junto con las imágenes, se adjunte información sobre el sitio en donde fue encontrado el espécimen. Al día de la creación de este documento, el sitio cuenta con 15534 observaciones de hongos en Costa Rica de 858 especies. En la figura 4.1 se puede observar una captura del sitio web de iNaturalist, mientras que en la figura 4.2 se tiene una imagen de el macro hongo *Laccaria amethystina*, tomada de dicho sitio web.

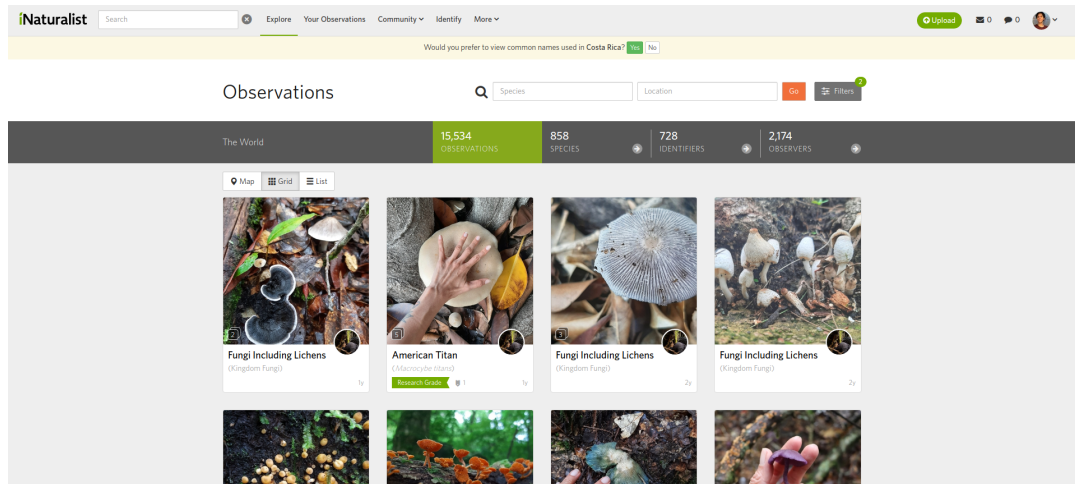


Figura 4.1: Captura del sitio web iNaturalist



Figura 4.2: Imagen de Hongo Laccaria amethystina en Copey de Dota. Imagen por Ale Vindas.

Otra posible fuente para datos es el grupo de Facebook llamado "Hongos - Micología de Costa Rica", donde día a día se publican imágenes de personas de Costa Rica que encuentran hongos y piden ayuda para identificar las especies. Finalmente, una vez identificadas las familias y especies de macro hongos que se planea utilizar para entrenar el modelo, se pueden realizar búsquedas en imágenes de Google, donde pueden aparecer imágenes tomadas en otro países, sin embargo siempre y cuando sea una misma especie, dichas imágenes pueden ser utilizadas para el sistema de reconocimiento de macro hongos de Costa Rica.

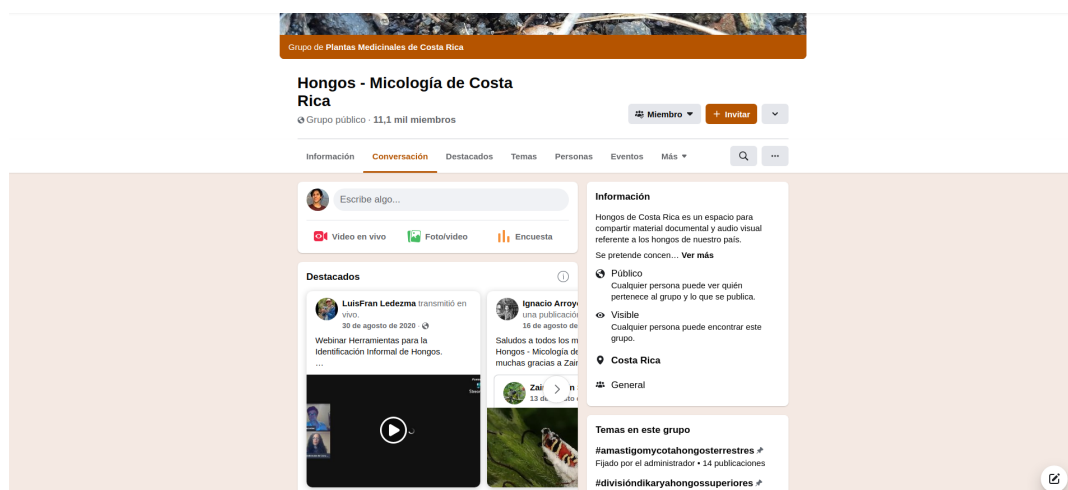


Figura 4.3: Captura del grupo de Facebook llamado "Hongos - Micología de Costa Rica"

Es importante destacar que los macro hongos poseen cuerpos tridimensionales, por lo que un sistema de reconocimiento ideal debe ser capaz de consumir varias imágenes que muestren las diferentes partes del hongo. En el grupo de Facebook se pueden encontrar imágenes desde varios ángulos para un mismo hongo, tal y como se muestra en las figuras 4.4 y 4.5. En dichas imágenes se puede observar que la identificación con una única vista podría ser complicada, principalmente si solo se tiene una vista superior que no da información sobre la dimensionalidad. En dado caso se podría confundir con otro hongo de la especie *Lentinus*.



Figura 4.4: Vista superior de hongo *Lentinus crinitus*



Figura 4.5: Vista lateral de hongo *Lentinus crinitus*

Bibliografía

- [1] Observations, inaturalist web.
- [2] Julieta Carranza Velázquez, Walter Marín Méndez, Armando Ruiz Boyer, and José F. DiStefano Gandolfi. *GUÍA DE LOS MACROHONGOS MÁS COMUNES DEL PARQUE NACIONAL CORCOVADO. ESTACIÓN LA LEONA*. Editorial UCR, 2017.
- [3] Julieta Carranza Velázquez and Milagro Mata Hidalgo. *GUÍA DE LOS MACROHONGOS EN SAN GERARDO DE DOTA*. Editorial UCR, 2019.
- [4] Milagro Mata Hidalgo. *MACROHONGOS DE COSTA RICA VOL. 1*. INBIO, 2003.
- [5] Milagro Mata Hidalgo. *MACROHONGOS DE COSTA RICA VOL. 2*. INBIO, 2003.
- [6] Armando Ruíz-Boyer and Silvia Lobo Cabezas. *Guía de Plantas y Macrohongos del Sitio Museo Finca 6*. Museo Nacional de Costa Rica, 2017.
- [7] Karen Simonyan and Andrew Zisserman. Very deep convolutional networks for large-scale image recognition. *CoRR*, abs/1409.1556, 2015.
- [8] Mingxing Tan and Quoc V. Le. Efficientnet: Rethinking model scaling for convolutional neural networks. *CoRR*, abs/1905.11946, 2019.