

IMPLEMENTACIÓN DE UN MODELO COMPUTACIONAL DE RECUPERACIÓN DE IMÁGENES BASADAS EN CONTENIDO PARA LA IDENTIFICACIÓN FACIAL DE PERROS Y GATOS.

DIANA PAOLA JARA PARDO - 67000023

MARÍA ALEJANDRA MERCHÁN SÁNCHEZ – 67000014

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE COLOMBIA

FACULTAD DE INGENIERÍA

PROGRAMA DE INGENIERÍA DE SISTEMAS Y COMPUTACIÓN

MODALIDAD TRABAJO DE INVESTIGACIÓN TECNOLÓGICA

BOGOTÁ D.C.

2020

IMPLEMENTACIÓN DE UN MODELO COMPUTACIONAL DE RECUPERACIÓN DE IMÁGENES BASADAS EN CONTENIDO PARA LA IDENTIFICACIÓN FACIAL DE PERROS Y GATOS.

DIANA PAOLA JARA PARDO - 67000023

MARÍA ALEJANDRA MERCHÁN SÁNCHEZ - 67000014

ESTE TRABAJO DE GRADO ES PRESENTADO COMO REQUISITO PARA OPTAR AL TÍTULO DE: INGENIERO DE SISTEMAS Y COMPUTACIÓN

ASESOR:

ROGER ENRIQUE GUZMÁN AVENDAÑO

MSC. INGENIERÍA DE SISTEMAS Y COMPUTACIÓN

ALTERNATIVA:

TRABAJO DE INVESTIGACIÓN TECNOLÓGICA

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE COLOMBIA

FACULTAD DE INGENIERÍA

PROGRAMA DE INGENIERÍA DE SISTEMAS

MODALIDAD TRABAJO DE INVESTIGACIÓN TECNOLÓGICA

BOGOTÁ D.C.

2020

**TABLA DE CONTENIDO**

[**1.**](#_heading=h.gjdgxs) **TÍTULO** 4

[**2.**](#_heading=h.30j0zll) **ALTERNATIVA** 5

[**3.**](#_heading=h.1fob9te) **INTRODUCCIÓN** 5

[**4.**](#_heading=h.3znysh7) **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA** 5

[**5.**](#_heading=h.2et92p0) **FORMULACIÓN DEL PROBLEMA** 5

[**6.**](#_heading=h.tyjcwt) **OBJETIVOS** 5

[**6.1.**](#_heading=h.3dy6vkm) **OBJETIVO GENERAL** 5

[**6.2.**](#_heading=h.1t3h5sf) **OBJETIVOS ESPECÍFICOS** 5

[**7.**](#_heading=h.4d34og8) **JUSTIFICACIÓN** 6

[**8.**](#_heading=h.2s8eyo1) **MARCO REFERENCIAL** 6

[**8.1.**](#_heading=h.17dp8vu) **MARCO TEÓRICO** 6

[**8.2.**](#_heading=h.2jxsxqh) **MARCO CONCEPTUAL** 6

[**9.**](#_heading=h.z337ya) **ALCANCES Y LIMITACIONES** 6

[**9.1.**](#_heading=h.3j2qqm3) **ALCANCES** 6

[**9.2.**](#_heading=h.1y810tw) **LIMITACIONES** 6

[**10.**](#_heading=h.3rdcrjn) **ESTADO DEL ARTE** 6

[**11.**](#_heading=h.26in1rg) **METODOLOGÍA** 6

[**12.**](#_heading=h.lnxbz9) **CRONOGRAM DE ACTIVIDADES** 6

[**13.**](#_heading=h.35nkun2) **PRODUCTO A ENTREGAR** 6

[**14.**](#_heading=h.4i7ojhp) **INSTALACIONES Y EQUIPO REQUERIDO** 6

[**15.**](#_heading=h.1ksv4uv) **PRESUPUESTO DEL TRABAJO** 6

[**16.**](#_heading=h.44sinio) **BIBLIOGRAFÍA** 6

# **TÍTULO**

Implementación de un modelo computacional de recuperación de imágenes basadas en contenido para la identificación facial de perros y gatos.

# **ALTERNATIVA**

Trabajo de investigación tecnológica.

# **INTRODUCCIÓN**

Las mascotas como los perros y los gatos han sido de vital importancia para los seres humanos ya que estos proporcionan un acompañamiento en la mayor parte de hogares, lo que lleva a considerarlos un miembro más de la familia. Los animales de compañía también brindan múltiples beneficios en la vida de los seres humanos dentro de los cuales están los aspectos psicológicos, fisiológicos, terapéuticos y psicosociales.

La pérdida de una mascota trae sentimientos desalentadores para las familias, recurriendo así a diferentes métodos para encontrarlos, donde se evidencia la importancia de compartir imágenes de sus rostros con el fin de que puedan ser identificados por personas ajenas. Muchas veces estos métodos no son los más eficaces ya que son muy manuales y requieren de mucho tiempo y esfuerzo por parte de las personas que se encuentren realizando dicha búsqueda.

En el presente documento se expone una estrategia metodológica mediante la investigación del estado del arte para el desarrollo de un experimento de recuperación de imágenes basadas en contenido junto con técnicas para la identificación facial de perros y gatos, con el fin de presentar una propuesta para la automatización del proceso de búsqueda de mascotas perdidas. Este experimento cuenta con dos fases: offline y online; en la fase offline se creará un conjunto de imágenes de perros y gatos que posteriormente serán procesadas a través de técnicas de detección facial, después se realizará una extracción de características usando Fisherfaces, Eigenfaces y LBPH para la construcción de la base de datos de imágenes de características. En la fase online, se establecerá un conjunto de imágenes de consulta que serán procesadas para posteriormente calcular el ranking de similitud con las imágenes de la etapa offline, mostrando como resultado las imágenes con mayor aproximación a las características de la consultada.

Este proyecto se puede orientar de dos maneras, la primera se enfoca en el desarrollo del experimento y el análisis de los resultados de las diferentes técnicas implementadas y la segunda, en la implementación de un sistema de información que permita al usuario hacer uso de este experimento. Cabe destacar que este proyecto se centra en la primera opción mencionada.

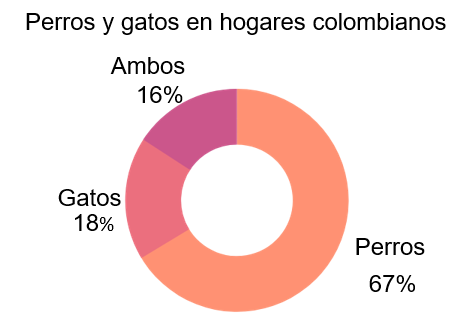
# **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

El perro ha tenido un origen evolutivo desde su antecesor el lobo que se remonta hace 100.000 años atrás. [[1]](#footnote-0) Probablemente el primer animal en ser domesticado fue el perro gracias a su capacidad de adaptación y de convivencia con las personas al momento de retirarlo de su manada, generando una gran influencia positiva en la salud y bienestar de los seres humanos. Por otro lado, la relación de los humanos con los gatos, se cree empezó con los egipcios, quienes los adoran convirtiéndolos incluso en una especie divina para de esta manera inmortalizarse a través de arte, música y literatura. [[2]](#footnote-1)

La presencia de las mascotas para la vida de los seres humanos ha sido de vital importancia, ya que brindan diversión y alegría, mejoran la salud de sus dueños tanto física como mentalmente, hacen que sus dueños aumenten las interacciones sociales, entre otras, convirtiéndolos así en un miembro más de la familia. [[3]](#footnote-2)

En muchos países del mundo, se ha incrementado la tenencia de animales de compañía como lo son los perros y los gatos, lo que permite considerarlos como un miembro importante de la familia. Por ejemplo, según lo mencionado por MyriaM Acero Aguilar, la Asociación Americana de Productos para Mascotas (2016), informó que “Estados Unidos es el país con mayor población de estas mascotas en el mundo, para finales del 2015 el 44 % de los hogares tenía al menos un perro (54.4 millones de hogares) y el 35 % tenía al menos un gato (42.9 millones de hogares), lo cual corresponde al 51.3% de la población humana.” [[4]](#footnote-3)

En Colombia, también existen varios factores que han permitido el incremento de perros y gatos en los hogares, como lo son llenar espacios afectivos, el aumento de las capacidades económicas de las clases sociales para responsabilizarse de los gastos adicionales y, por último, el desplazamiento que han sufrido poblaciones campesinas desde zonas rurales a zonas urbanas, lo que conlleva a la migración de la cultura de tenencia de estos animales.[[5]](#footnote-4) Según un estudio de la firma consultora Kantar Worldpanel, 3,5 millones de hogares colombianos cuentan con animales de compañía, de los cuales el 67% tiene perros, el 18% tiene gatos y el 16% tienen ambos como se muestra en la ilustración 1.[[6]](#footnote-5)



***Ilustración 1****. Estadísticas perros y gatos en hogares colombianos*

Por lo anterior, la pérdida de una mascota para un hogar familiar puede ser de mucha angustia, generando tristeza y desesperación por encontrarlo por su consideración como miembro de la familia. CLABKI, realizó un estudio en 2016 donde se analizaron 3.524 publicaciones en Facebook del grupo Animalitos Perdidos en Colombia, indicando que los perros componen el 89% de mascotas perdidas en Colombia y los gatos el 11%.[[7]](#footnote-6) Actualmente se hace uso de diferentes herramientas para su búsqueda, como: las redes sociales (Instagram, Facebook, Twitter), sistemas de búsqueda (Black2Gether, Appnimal, Clabki), carteles distribuidos por diferentes barrios de las ciudades, fundaciones que replican la información, entre otros medios. Aunque estas herramientas ayudan a encontrarlos, son búsquedas manuales y tediosas en las cuales se invierte mucho tiempo sin saber si los resultados serán los esperados.[[8]](#footnote-7)

Cuando una mascota se pierde, su familia recurre a la publicación de fotos de su rostro ya que esto permite el reconocimiento de la mascota por parte de otra persona. El rostro es uno de los primeros estímulos que reciben los seres humanos al nacer, siendo este el objeto visual de mayor significación para una persona. Es por esto por lo que, la cara es la clave más distintiva y ampliamente usada para determinar la identidad de una persona (Bruce & Young, 1986). [[9]](#footnote-8)

Mediante la inteligencia artificial y el reconocimiento facial en humanos se ha logrado múltiples aplicaciones para la mejora en ciertos aspectos de la vida cotidiana de las personas como lo es la localización de personas perdidas, agilidad en pagos en supermercados o en procesos dentro de aeropuertos, desbloquear las funciones de un dispositivo móvil, seguridad, vigilancia, entre otros. [[10]](#footnote-9)

Por lo anterior, se hace indispensable utilizar estas mismas técnicas de reconocimiento facial aplicadas en mascotas con el fin de mejorar su calidad de vida y poder localizarlas fácilmente en caso de extraviarse, sin tener que recurrir a los medios tradicionales de búsqueda manuales. [[11]](#footnote-10)

# **FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

¿Cómo apoyar el proceso de búsqueda de perros y gatos en bases de datos de imágenes, a través de técnicas de recuperación de imágenes basadas en contenido y aprendizaje profundo?

# **OBJETIVOS**

# **OBJETIVO GENERAL**

Implementar un modelo computacional para la identificación facial de perros y gatos mediante técnicas de recuperación de imágenes basadas en contenido.

# **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

* Diseñar una estrategia metodológica para la recuperación de imágenes de perros y gatos usando técnicas de recuperación de imágenes basadas en contenido a partir del estado del arte.
* Construir un conjunto de datos de imágenes de perros y gatos para su procesamiento y extracción de características utilizando diferentes fuentes de recolección de estas imágenes.
* Desarrollar un modelo computacional para la recuperación de imágenes de perros y gatos a través de sus características reales.
* Evaluar el rendimiento de los métodos propuestos para la comparación del mejor resultado, utilizando las métricas de desempeño precisión, recall y F1-Score.

# **JUSTIFICACIÓN**

Debido a la era de las redes sociales y el uso significativo que han tenido durante los últimos años, los usuarios buscan compartir sus vivencias y experiencias, así como también leer y visualizar las de otros.[[12]](#footnote-11) Gracias a la importancia de las mascotas como los perros y los gatos para las personas, estas redes se han convertido en una de las fuentes más importantes para compartir las vivencias que tienen las personas con sus mascotas a través de imágenes y videos.[[13]](#footnote-12) Adicionalmente, existen múltiples fundaciones de mascotas que divulgan imágenes de perros y gatos en sus plataformas web[[14]](#footnote-13). Lo anterior, ha permitido que los usuarios de internet generen interés en realizar búsquedas imágenes para múltiples propósitos como: adopciones[[15]](#footnote-14), búsqueda de mascotas perdidas o simplemente por diversión.

Sin embargo, las búsquedas que realizan las personas son muy manuales, donde en muchas ocasiones las imágenes recuperadas no son muy relevantes para la consulta del usuario, ya que son consultas que se realizan a partir de palabras clave y metadatos en lugar de su contenido[[16]](#footnote-15), es decir, características visuales de las imágenes que los seres humanos perciben gracias a las habilidades innatas e intuitivas para el reconocimiento facial de las mascotas. Este tipo de búsquedas pueden tomar mucho tiempo debido al sesgo subjetivo de las personas que no permite describir mediante una palabra clave, toda la información contenida en una imagen de manera precisa.[[17]](#footnote-16)

Por lo anterior se hace importante la utilización de técnicas de visión por computador, para la extracción de características de imágenes en conjunto con la técnica de recuperación de imágenes basadas en contenido con el fin de automatizar estos procesos de búsqueda manuales de perros y gatos perdidos.

# **MARCO REFERENCIAL**

# **MARCO TEÓRICO**

* + 1. **CBIR**

La recuperación de imágenes basadas en contenido (CBIR por sus siglas en inglés) es una técnica de recuperación de imágenes también conocida como consulta por contenido de imagen (QBIC por sus siglas en inglés), que permite recuperar imágenes en una gran base de datos, que son similares en su contenido como formas, colores, texturas, entre otros, a una imagen de consulta.

La metodología que utiliza CBIR es el de aplicar técnicas de visión por computadora donde se extraen características tanto a las imágenes que están en la base de datos como las imágenes de entrada o consulta y posteriormente, se utilizan métricas de similitud para observar que tanto coinciden las características de las imágenes y obtener resultados visualmente similares. [[18]](#footnote-17)

* + 1. **Eigenfaces**

Es una técnica de reconocimiento facial que surgió de la investigación realizada por Sirovich y Kirby (1987) para la búsqueda de representaciones de baja dimensionalidad en imágenes de rostros humanos. Años después, Turk y Pentlad (1991) continuaron con el desarrollo de la investigación donde implementaron un sistema de reconocimiento facial automatizado.

Eigenfaces, utiliza conceptos de algebra lineal y una técnica de reducción de dimensionalidad llamada Análisis de Componentes Principales para el reconocimiento de rostros. El enfoque de esta técnica es el de encontrar representaciones de un conjunto de imágenes de rostros, mediante características básicas (*eigenfaces)* que permitan la reconstrucción del conjunto de imágenes de rostros original. [[19]](#footnote-18)

* + 1. **Fisherfaces**

Fisherfaces es una variación de Eigenfaces para el reconocimiento facial, que toma en cuenta las condiciones de iluminación, expresiones faciales y posturas de las personas. Para la reducción de dimensionalidad utiliza una técnica llamada Análisis Discriminante Lineal cuya finalidad es el de analizar si existen diferencias entre un grupo de objetos.

El enfoque de Fisherfaces consiste en encontrar una proyección que maximice la separación entre diferentes clases (imágenes de rostros de diferentes personas) y minimice la distancia entre imágenes de una misma clase (imágenes del rostro de una misma persona).[[20]](#footnote-19)

* + 1. **LBPH**

El histograma de patrones binarios locales (LBPH por sus siglas en inglés), es un algoritmo utilizado para el reconocimiento facial descrito por primera vez en 1994, que permite describir las características locales de las imágenes a través de un análisis de textura bidimensional.[[21]](#footnote-20)

La idea básica de LBPH es etiquetar los píxeles de una imagen donde se toma en cuenta la distribución de los 8 vecinos, tomando los resultados en número binarios. El píxel central es comparado con cada uno de sus vecinos de acuerdo con su valor de intensidad, donde se asigna un 0 en caso de que el píxel central sea mayor que el píxel que se está comparando y un 1 en el caso contrario. De esta manera, se divide la imagen en diferentes regiones con el fin de calcular el histograma de cada una y, por último, hacer una concatenación para obtener el histograma final. [[22]](#footnote-21)

* + 1. **Análisis de componentes principales**

El análisis de componentes principales (PCA por sus siglas en inglés), es una técnica estadística utilizada para reducción de dimensionalidad en grandes conjuntos de datos, de manera que se eliminen las variables o la información menos importante, dejando solo las variables que mejor describan a todo el conjunto de datos.

Para realizar dicha reducción de dimensionalidad, PCA utiliza dos técnicas, donde la primera es eliminar por completo ciertas variables y la segunda es realizar extracción de características. [[23]](#footnote-22)

* + 1. **Análisis discriminante lineal**

El análisis discriminante lineal (LDA por sus siglas en inglés), es una técnica estadística de reducción de dimensionalidad, cuyo objetivo es analizar las diferentes significativas que pueden existir entre un grupo de objetos que pueden estar separados por dos clases o más.

LDA, utiliza dos criterios con los cuales busca los vectores que proporcionen mejor discriminación entre clases donde el primero es maximizar la separación entre clases y el segundo es minimizar la separación dentro de una misma clase.[[24]](#footnote-23)

* + 1. **Distancia de Manhattan**

La distancia de Manhattan también conocida como la norma toma la suma de los valores absolutos de las diferencias de un par de puntos en un plano, representada por la siguiente fórmula[[25]](#footnote-24):

Es comúnmente utilizada para determinar la distancia que se puede recorrer desde un punto para llegar a otro, dentro de una cuadrícula o grilla. los movimientos permitidos serán de Norte a Sur, de Sur a Norte, de Oeste a Este y de Este a Oeste. Desde este punto de vista no está permitido el desplazamiento diagonal. [[26]](#footnote-25)

* + 1. **Distancia Euclidiana**

También conocida como la norma , es la distancia más sencilla de calcular y se define como la raíz cuadrada de la suma de las diferencias de un par de puntos en un plano y se representan mediante la siguiente fórmula:

# **MARCO CONCEPTUAL**

* + 1. **Conjunto de datos**

Un conjunto de datos es el lugar donde almacena la información que se necesita para realizar el análisis requerido. El origen de esta información puede ser de varias fuentes, pero por lo general son del mismo tipo de dato, los tipos de datos pueden ser estructurados y no estructurados.[[27]](#footnote-26)

* + 1. **Reconocimiento facial**

Analiza las características biométricas del rostro para identificar la región del rostro. La extracción de la información relativa a estas características está actualmente ligada a sofisticados procesos matemáticos y algoritmos de coincidencia, lo que ha propulsado el avance a la tecnología de reconocimiento facial en diversos mercados.[[28]](#footnote-27)

* + 1. **Extracción de características**

Por un lado, este proceso se refiere al proceso de extraer algunas medidas numéricas de los datos en bruto de los patrones (representación inicial). Por otro lado, se define también como el proceso de formar un conjunto de características (de dimensión n) partiendo de los datos de entrada (de dimensión m>n).

La extracción de características puede evitar el problema de la dimensionalidad, mejorar la tasa de generalización y reducir los requisitos computacionales del clasificador.[[29]](#footnote-28)

* + 1. **Métricas y medidas de similitud**

Una métrica es una función que calcula la distancia entre dos elementos y que por tanto se utiliza para medir cuán diferentes son. Existen varias métricas para medir la distancia entre dos elementos como: distancia de Manhattan, distancia Euclídea, distancia de Minkowski, distancia de Canberra, entre otros. [[30]](#footnote-29)

* + 1. **Preprocesamiento de imágenes**

Para poder obtener la imagen original al conjunto de parámetros e información extraída de la misma, es necesario pasar por distintas etapas de procesamiento y filtrado donde se analiza la imagen y se adecua para cierta aplicación específica. Esto implica que el resultado del procesamiento depende fuertemente del problema que se esté abordando.

El procesamiento y análisis de imágenes se ha desarrollado en respuesta a tres de los más grandes problemas concernientes a imágenes:

* La digitalización y codificación de imágenes que facilite la transmisión, representación y almacenamiento de las mismas.
* Mejora y restauración de una imagen para interpretar más fácilmente su contenido.
* Descripción y segmentación de imágenes para aplicaciones de visión robótica o visión artificial.

Todos aquellos algoritmos de procesamiento de imágenes destinados a resaltar, agudizar y/o contrastar determinados aspectos de la imagen, y también aquellos que ayudan a eliminar efectos no deseados sobre ellas, como toda clase de ruido (aditivo, sustractivo, multiplicativo, etc.), se denominan técnicas de mejora de la imagen.[[31]](#footnote-30)

# **DELIMITACIÓN**

# **LIMITACIONES**

En este experimento se debe contar con imágenes de perros y gatos en las cuales se visualice su rostro, con el fin de realizar la identificación facial de los mismos a través de una red neuronal convolucional pre entrenada. Adicionalmente, se debe tener el consentimiento de las personas que compartieron las imágenes y los datos como el nombre y la raza de sus mascotas.

# **ALCANCES**

Se desarrollará un experimento para la identificación facial de perros y gatos utilizando técnicas de recuperación de imágenes basadas en contenido en imágenes recolectadas a través de internet y con la colaboración de personas que cuentan con estas mascotas. Este experimento se desarrollará bajo el lenguaje de programación Python en su versión 3.7, haciendo uso del servicio de entorno gratuito en la nube Google Colaboratory, durante el periodo académico de segundo semestre del 2020.

# **ESTADO DEL ARTE**

Se realizan indagaciones de artículos para el estado del arte, revisando así, varias publicaciones relacionadas con la recuperación de imágenes basadas en contenido. que se encuentran en internet entre los años 2007 a 2019, para poder hacer un análisis mayor sobre las técnicas que más se usan y las diferentes metodologías que se pueden implementar.

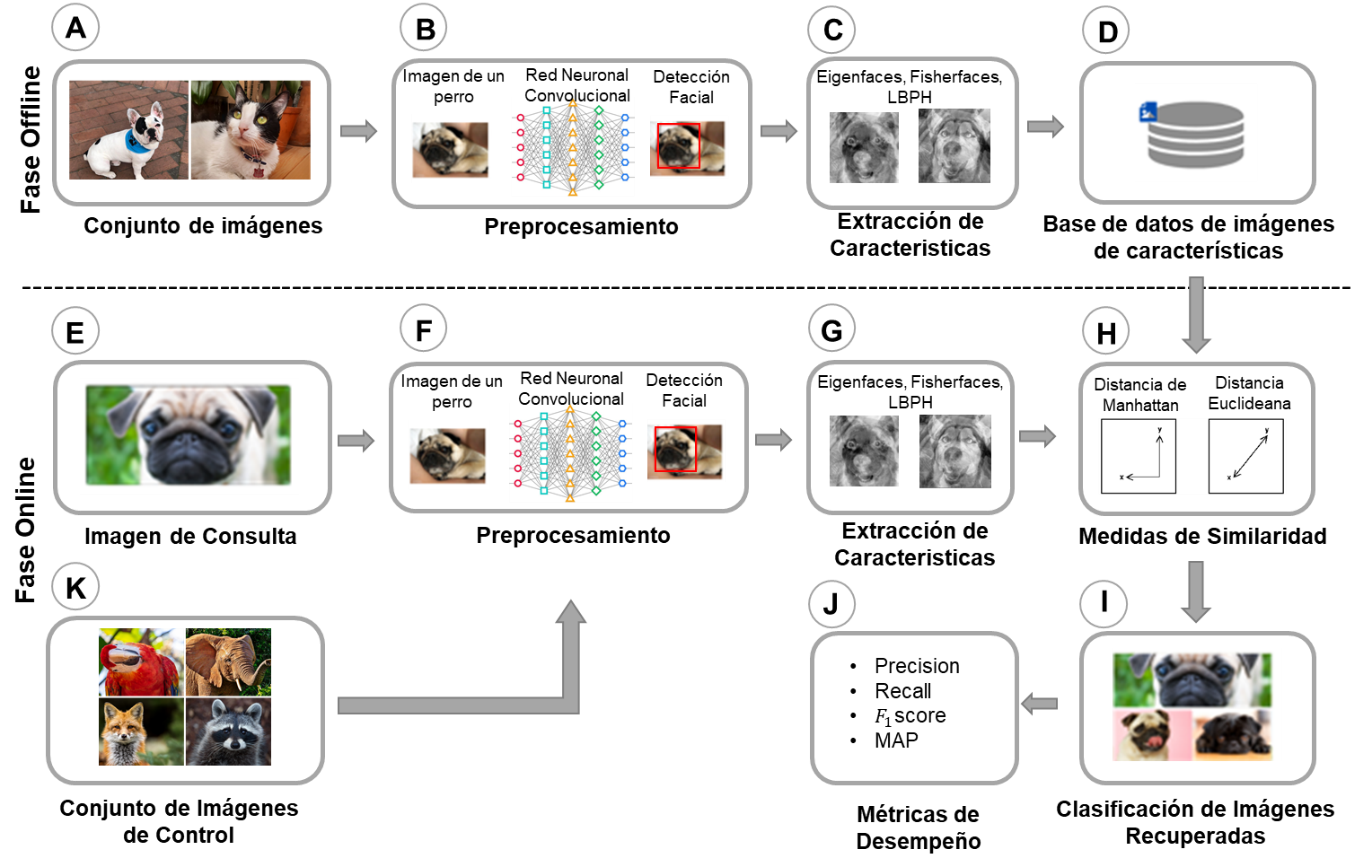
En el artículo, *Where is my puppy? Retrieving lost dogs by facial features*, de los autores Thierry Pinheiro Moreira, Mauricio Lisboa Perez, Rafael de Oliveira Werneck y Eduardo Valle, se implementan los reconocedores faciales humanos Eigenfaces, Fisherfaces, LBPH y el Método Disperso para aplicarlo en el reconocimiento facial de perros. Adicionalmente, se utilizan las redes neuronales convolucionales BARK y WOOF, con le fin de contrastar los resultados de los diferentes métodos aplicados utilizando dos conjuntos de imágenes de rostros de perros los cuales fueron etiquetados individualmente. [[32]](#footnote-31)

En el artículo *Reconocimiento Facial Basado en Eigenfaces, LBPH Y Fisherfaces en la Beagleboard-Xm*, de los autores MSc. Carlos H. Esparza Franco, Ing. Christian Tarazona Ospina.Ing. Esdras E. Sanabria Cuevas, MSc. Daniel A. Velazco Capacho, se implemento un sistema de detección facial utilizando procesamiento de imágenes, en el cual se aplicaron las técnicas de eigenfaces, fisherfaces e histogramas binarios locales para obtener las características de las imágenes, donde a su vez se aplicaron las técnicas de análisis de componentes principales y análisis discriminante lineal para reducción de dimensionalidad. La técnica que obtuvo el mejor resultado fue eigenfaces puesto que presento el menor porcentaje de error respecto a las demás técnicas utilizadas. [[33]](#footnote-32)

En el artículo *A Comparative Analysis of Retrieval Techniques in Content Based Image Retrieval*, de los autores Mohini. P. Sardey y G. K. Kharate, se realizó una comparación de tres técnicas para extracción de características de imagenes: eigenfaces, histograma de color y punto de coincidencia, utilizadas en las recuperaciones de imágenes basadas en contenido en un conjunto de imágenes de caras, vehículos, animales y flores, con el fin de identificar la mejor técnica para recuperar las imágenes que se encuentran en la base de datos a partir de una imagen de consulta. El mejor resultado lo obtuvo la técnica de eigenfaces puesto que fue el que obtuvo el menor tiempo medio de recuperación. [[34]](#footnote-33)

# **METODOLOGÍA**

El experimento de recuperación de imágenes de rostros de perros y gatos cuenta con una fase *offline* y una fase *online,* las cuales se componen de una serie de etapas. Estas fases comparten las etapas de preprocesamiento y extracción de características como se muestra en los incisos B, C, F y G de la ilustración 2.



***Ilustración 2****. Metodología Recuperación de Imágenes*

**Fase Offline**

1. **Conjunto de imágenes**

En esta primera etapa, se construye un conjunto de datos de imágenes de perros y gatos como se muestra en el inciso A de la ilustración X, en formatos .PNG, .JPG y .JPEG, las cuales fueron recopiladas a través de internet, con el conjunto de imágenes llamado Flickr-dog Dataset [[35]](#footnote-34) e imágenes compartidas por distintas personas que cuentan con estas mascotas.

1. **Preprocesamiento**

Las imágenes recolectadas en la etapa anterior se redimensionan a un tamaño de 700 x 700px y se convierten en formato .JPG. Posteriormente, se utiliza una red neuronal convolucional pre entrenada para la identificación facial de las mascotas de estas imágenes. Por último, el rostro de la mascota es recortado generando así una nueva imagen, tal y como se evidencia en el inciso B de la ilustración x.

1. **Extracción de características**

En esta etapa, se extraen las características de las imágenes de los rostros de las mascotas, utilizando técnicas para el reconocimiento facial como lo son *Eigenfaces, Fisherfaces* y *LBPH* (histograma de patrones binarios locales, por sus siglas en inglés) como se evidencia en el inciso C de la ilustración x.

1. **Base de datos de imágenes de características**

En esta etapa, una vez extraídas las características de las imágenes, se obtiene un conjunto de imágenes en las cuales están contenidas todas las características principales que representan las imágenes originales.

**Fase Online**

1. **Imagen de consulta**

En esta etapa del experimento, ingresa una imagen de consulta como se evidencia en el inciso E de la ilustración x, la cual cuenta con el mismo procedimiento de preprocesamiento y extracción de características explicados en la sección de la fase offline, tal y como se muestra en los incisos F y G respectivamente.

1. **Medidas de similitud**

Como se evidencia en el inciso H de la ilustración x, se aplican medidas de similitud como la distancia de Manhattan y la distancia Euclidiana, para determinar la diferencia que existe entre los pixeles de las imágenes de la base de datos de características y las imágenes de consulta.

1. **Clasificación de imágenes recuperadas**

En esta etapa, se muestran un conjunto de imágenes recuperadas, la cuales son clasificadas de acuerdo con los resultados obtenidos en la etapa anterior desde la imagen que tiene más similitud con la imagen de consulta, hasta la menor, tal y como se muestra en el inciso I de la ilustración x.

1. **Métricas de desempeño**

Como se muestra en el inciso J de la ilustración x, se utilizan las métricas de desempeño precisión, recall y F1-score para evaluar el porcentaje de desempeño del algoritmo implementado.

1. **Conjunto de imágenes de control**

En esta etapa se construye un conjunto de imágenes de control que contiene imágenes diferentes a la de perros y gatos, las cuales seguirán el procedimiento en las etapas del inciso F hasta el inciso J.

# **CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES**

A continuación, se relaciona los cronogramas de actividades tanto para el anteproyecto como para el desarrollo del proyecto, estos fueron diseñados con la herramienta Microsoft Excel.

En la ***Tabla 1,*** se lista las actividades para el levantamiento del anteproyecto. Con un total de 9 actividades.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Actividad** | **Fecha Inicio** | **Fecha Fin** | **Días** |
|
|
| Problema o situación problemática | **04/09/2020** | **08/09/2020** | 4 |
| Investigación estado del arte, teoría, practica. | **09/09/2020** | **13/09/2020** | 4 |
| Objetivos | **14/09/2020** | **17/09/2020** | 3 |
| Alcances y limitaciones | **17/09/2020** | **25/09/2020** | 8 |
| Metodología | **25/09/2020** | **30/09/2020** | 5 |
| Presupuesto, Cronograma | **30/09/2020** | **06/10/2020** | 6 |
| Presentación de la propuesta de TG | **31/10/2020** | **31/10/2020** | 1 |
| Ajuste 1 de la propuesta de TG | **07/11/2020** | **12/11/2020** | 5 |
| Inicio del trabajo de grado | **17/11/2020** | **17/11/2020** | 1 |

***Tabla 1.*** *Cronograma del Anteproyecto.*

En la ***Tabla 2,*** se lista las actividades para el desarrollo del proyecto. Estas se dividen en 3 etapas para un total de 16 actividades.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Acciones** | **Actividad** | **Fecha Inicio** | **Fecha Fin** | **Días** |
|
|
| ***Investigación*** | Eigen Faces | **08/08/2020** | **08/08/2020** | 1 |
| Fisher Faces | **08/08/2020** | **15/08/2020** | 7 |
| LBPH | **15/08/2020** | **22/08/2020** | 7 |
| Medidas de similaridad | **22/08/2020** | **29/08/2020** | 7 |
| Métricas de desempeño | **29/08/2020** | **05/09/2020** | 7 |
| ***Pre-procesamiento*** | Arreglar Dataset | **05/09/2020** | **05/09/2020** | 1 |
| Redimensionamiento | **05/09/2020** | **05/09/2020** | 1 |
| Detección Facial (Red Convolucional) | **12/09/2020** | **19/09/2020** | 7 |
| Recorte Parte Facial - Segmentación | **26/09/2020** | **03/10/2020** | 7 |
| Redimensionamiento | **03/10/2020** | **03/10/2020** | 1 |
| ***Desarrollo*** | Implementación Eigen Faces | **10/10/2020** | **10/10/2020** | 1 |
| Implementación Fisher Faces | **17/10/2020** | **24/10/2020** | 7 |
| Implementación LBPH | **31/10/2020** | **14/11/2020** | 14 |
| Implementación Medidas de similaridad | **21/11/2020** | **28/11/2020** | 7 |
| Implementación Métricas de desempeño | **06/02/2021** | **20/02/2021** | 14 |
| ***Pruebas*** | **10/10/2020** | **30/04/2021** | 202 |

***Tabla 2.*** *Cronograma del proyecto.*

# **PRODUCTO A ENTREGAR**

En la ***Tabla 3,*** se especifica los productos a entregar al finalizar el proyecto, donde se establece la fecha de entrega.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Tipo de Producto** | **Nombre del Producto** | **Fecha Entrega** |
| CONJUNTO DE DATOS | Conjunto de imágenes de Perros y Gatos | **20/02/2021** |
| EXPERIMENTO | Implementación de un modelo computacional mediante técnicas de recuperación de imágenes basadas en contenido para la identificación facial de perros y gatos. | **01/05/2021** |
| DOCUMENTO | Proyecto de Tesis | **10/05/2021** |

***Tabla 3.*** *Producto a entregar.*

# **INSTALACIONES Y EQUIPO REQUERIDO**

Las instalaciones y equipo requerido para llevar a cabo el desarrollo del proyecto son las siguientes:

|  |  |
| --- | --- |
| **Descripción** | **Características** |
| Portátil | Procesador: Intel Core i7 |
| Sistema Operativo: Windows 10 - 64bit |
| Memoria RAM: 16 GB |
| Disco Sólido: 512 GB |
| Google Colab | Acelerador de hardware: GPU |
| Conexión a Internet |
| Google Drive | Servicio de alojamiento de archivos |
| Conexión a Internet |
| Git Hub | Cumple como Repositorio y publicación del proyecto |
| Conexión a Internet |

***Tabla 4.*** *Entregables del proyecto.*

# **PRESUPUESTO DEL TRABAJO**

En la ***Tabla 5,*** se describen los conceptos del presupuesto para el desarrollo del proyecto.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Presupuesto Inicial** | | | | |
| **Concepto** | **Medida** | **Cantidad** | **Valor Unitario** | **Valor Total** |
| Equipo de computo | Unidad | 2 | $ 5.029.000 | $ 10.058.000 |
| Tiempo del Profesional | Mensual | 2 | $ 1.200.000 | $ 2.400.000 |
| Imprevistos | Mensual | 2 | $ 50.000 | $ 100.000 |
| Transportes | Mensual | 60 | $ 5.000 | $ 300.000 |
| Internet (5GB) | Mensual | 2 | $ 98.000 | $ 196.000 |
| Energía Eléctrica | Mensual | 2 | $ 40.000 | $ 80.000 |
|  | | | **TOTAL** | $ 13.134.000 |

***Tabla 5.*** *Presupuesto del trabajo.*

# **BIBLIOGRAFÍA**

COMUNICACIÓN ENTRE PERROS DOME STICOS (CANIS FAMILIARIS) Y HOMBRES. Revista Latinoamericana de Psicología. [en línea]. Disponible en: http://www.scielo.org.co/pdf/rlps/v39n2/v39n2a12.pdf.

La influencia de las mascotas en la vida humana. Revista Colombiana de Ciencia Pecuarias [en línea]. Disponible en: http://www.scielo.org.co/pdf/rccp/v20n3/v20n3a16.pdf

Lo bueno de tener una mascota en casa. Revista Semana. [en línea]. Disponible en: https://www.semana.com/vida-moderna/articulo/beneficios-de-tener-una-mascota/489599/

Esa relación tan especial con los perros y con los gatos: la familia multiespecie y sus metáforas. Tabula Rasa, 32, 157-179. [en línea]. Disponible en: http://www.scielo.org.co/pdf/tara/n32/1794-2489-tara-32-157.pdf

La influencia de las mascotas en la vida humana. Revista Colombiana de Ciencia Pecuarias [en línea]. Disponible en: http://www.scielo.org.co/pdf/rccp/v20n3/v20n3a16.pdf

¿Cómo es el colombiano de la nueva canasta familiar? El Espectador. [en línea]. Disponible en: https://www.elespectador.com/noticias/economia/como-es-el-colombiano-de-la-nueva-canasta-familiar/

¿Por qué hacemos lo que hacemos en Clabki? [en línea]. Disponible en: https://medium.com/comunidad-clabki/por-que-hacemos-lo-que-hacemos-en-clabki-estadisticas-perros-perdidos-acee0afa70a2

Encontrar una Mascota Perdida. [en línea]. Disponible en: https://www.aspca.org/nyc/recursos-para-personas-que-hablan-espanol/encontrar-una-mascota-perdida

Memoria de rostros y reconocimiento emocional: generalidades teóricas, bases neurales y patologías asociadas. [en línea]. Disponible en: http://pepsic.bvsalud.org/scielo.php?script=sci\_arttext&pid=S0258-64442014000100004

4 Casos de aplicación del reconocimiento facial. Neuromarketing [En línea]. Disponible en: https://neuromarketing.la/2017/12/aplicacion-del-reconocimiento-facial/

El reconocimiento facial para mascotas perdidas. [En línea]. Disponible en: https://okdiario.com/mascotas/reconocimiento-facial-mascotas-perdidas-4988089

Instituto de Protección y Bienestar Animal. [en línea]. Disponible en: https://app.ciudadano4patas.com/adopciones/

En redes sociales le buscan hogar a perros y gatos. El tiempo. [en línea]. Disponible en: https://www.eltiempo.com/archivo/documento/CMS-14937737

Subramanian, Dr. Manoharan & Sathappan, Sathappan. (2015). An Efficient Content Based Image Retrieval using Advanced Filter Approaches. International Arab Journal of Information Technology. 12. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/280580905\_An\_Efficient\_Content\_Based\_Image\_Retrieval\_using\_Advanced\_Filter\_Approaches

I He, T. (2019). Investigation of Animal Image Retrieval Algorithm Based on Deep Learning. *Revista Científica de la Facultad de Ciencias Veterinarias*, *29*(1), 128+.

Subramanian, Dr. Manoharan & Sathappan, Sathappan. (2015). An Efficient Content Based Image Retrieval using Advanced Filter Approaches. International Arab Journal of Information Technology. 12.[en línea]. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/280580905\_An\_Efficient\_Content\_Based\_Image\_Retrieval\_using\_Advanced\_Filter\_Approaches

Julián, F., Reyes, M., Sánchez, A.L., & Ríos, C. RECONOCIMIENTO FACIAL POR EL MÉTODO DE EIGENFACES. 2017. México. Instituto Tecnológico de Oaxaca. [en línea]. Disponible en: https://www.semanticscholar.org/paper/RECONOCIMIENTO-FACIAL-POR-EL-M%C3%89TODO-DE-EIGENFACES-Juli%C3%A1n-Reyes/35f458d08052b8226f278f8b9ce5513a6fc3f33b

RECONOCIMIENTO FACIAL BASADO EN EIGENFACES, LBHP Y FISHERFACES EN LA BEAGLEBOARD-xM. REVISTA COLOMBIANA DE TECNOLOGIAS DE AVANZADA (RCTA). 2. [en línea]. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/319958509\_RECONOCIMIENTO\_FACIAL\_BASADO\_EN\_EIGENFACES\_LBHP\_Y\_FISHERFACES\_EN\_LA\_BEAGLEBOARD-xM

A Comprehensive Guide to Facial Recognition Algorithms – Part 1. [en línea]. Disponible en: https://www.baseapp.com/computer-vision/a-comprehensive-guide-to-facial-recognition-algorithms/

1. COMUNICACIÓN ENTRE PERROS DOME STICOS (CANIS FAMILIARIS) Y HOMBRES. Revista Latinoamericana de Psicología. [en línea]. Disponible en: http://www.scielo.org.co/pdf/rlps/v39n2/v39n2a12.pdf. [↑](#footnote-ref-0)
2. La influencia de las mascotas en la vida humana. Revista Colombiana de Ciencia Pecuarias [en línea]. Disponible en: http://www.scielo.org.co/pdf/rccp/v20n3/v20n3a16.pdf [↑](#footnote-ref-1)
3. Lo bueno de tener una mascota en casa. Revista Semana. [en línea]. Disponible en: https://www.semana.com/vida-moderna/articulo/beneficios-de-tener-una-mascota/489599/ [↑](#footnote-ref-2)
4. Acero Aguilar, Myriam (2019). Esa relación tan especial con los perros y con los gatos: la familia multiespecie y sus metáforas. Tabula Rasa, 32, 157-179. [en línea]. Disponible en: http://www.scielo.org.co/pdf/tara/n32/1794-2489-tara-32-157.pdf [↑](#footnote-ref-3)
5. La influencia de las mascotas en la vida humana. Revista Colombiana de Ciencia Pecuarias [en línea]. Disponible en: http://www.scielo.org.co/pdf/rccp/v20n3/v20n3a16.pdf [↑](#footnote-ref-4)
6. ¿Cómo es el colombiano de la nueva canasta familiar? El Espectador. [en línea]. Disponible en: https://www.elespectador.com/noticias/economia/como-es-el-colombiano-de-la-nueva-canasta-familiar/ [↑](#footnote-ref-5)
7. ¿Por qué hacemos lo que hacemos en Clabki? [en línea]. Disponible en: https://medium.com/comunidad-clabki/por-que-hacemos-lo-que-hacemos-en-clabki-estadisticas-perros-perdidos-acee0afa70a2 [↑](#footnote-ref-6)
8. Encontrar una Mascota Perdida. [en línea]. Disponible en: https://www.aspca.org/nyc/recursos-para-personas-que-hablan-espanol/encontrar-una-mascota-perdida [↑](#footnote-ref-7)
9. Memoria de rostros y reconocimiento emocional: generalidades teóricas, bases neurales y patologías asociadas. [en línea]. Disponible en: http://pepsic.bvsalud.org/scielo.php?script=sci\_arttext&pid=S0258-64442014000100004 [↑](#footnote-ref-8)
10. 4 Casos de aplicación del reconocimiento facial. Neuromarketing [En línea]. Disponible en: https://neuromarketing.la/2017/12/aplicacion-del-reconocimiento-facial/ [↑](#footnote-ref-9)
11. El reconocimiento facial para mascotas perdidas. [En línea]. Disponible en: https://okdiario.com/mascotas/reconocimiento-facial-mascotas-perdidas-4988089 [↑](#footnote-ref-10)
12. Importancia de las Redes Sociales en la actualidad. [en línea]. Disponible en: https://kiwimbi.com/importancia-redes-sociales-actualidad/ [↑](#footnote-ref-11)
13. Mascotas en redes sociales. [en línea] Disponible en: https://www.epsilontec.com/mascotas-redes-sociales-conectar/ [↑](#footnote-ref-12)
14. Instituto de Protección y Bienestar Animal. [en línea]. Disponible en: https://app.ciudadano4patas.com/adopciones/ [↑](#footnote-ref-13)
15. En redes sociales le buscan hogar a perros y gatos. El tiempo. [en línea]. Disponible en: https://www.eltiempo.com/archivo/documento/CMS-14937737 [↑](#footnote-ref-14)
16. Subramanian, Dr. Manoharan & Sathappan, Sathappan. (2015). An Efficient Content Based Image Retrieval using Advanced Filter Approaches. International Arab Journal of Information Technology. 12. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/280580905\_An\_Efficient\_Content\_Based\_Image\_Retrieval\_using\_Advanced\_Filter\_Approaches [↑](#footnote-ref-15)
17. I He, T. (2019). Investigation of Animal Image Retrieval Algorithm Based on Deep Learning. *Revista Científica de la Facultad de Ciencias Veterinarias*, *29*(1), 128+. [↑](#footnote-ref-16)
18. Subramanian, Dr. Manoharan & Sathappan, Sathappan. (2015). An Efficient Content Based Image Retrieval using Advanced Filter Approaches. International Arab Journal of Information Technology. 12.[en línea]. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/280580905\_An\_Efficient\_Content\_Based\_Image\_Retrieval\_using\_Advanced\_Filter\_Approaches [↑](#footnote-ref-17)
19. Julián, F., Reyes, M., Sánchez, A.L., & Ríos, C. RECONOCIMIENTO FACIAL POR EL MÉTODO DE EIGENFACES. 2017. México. Instituto Tecnológico de Oaxaca. [en línea]. Disponible en: https://www.semanticscholar.org/paper/RECONOCIMIENTO-FACIAL-POR-EL-M%C3%89TODO-DE-EIGENFACES-Juli%C3%A1n-Reyes/35f458d08052b8226f278f8b9ce5513a6fc3f33b [↑](#footnote-ref-18)
20. RECONOCIMIENTO FACIAL BASADO EN EIGENFACES, LBHP Y FISHERFACES EN LA BEAGLEBOARD-xM. REVISTA COLOMBIANA DE TECNOLOGIAS DE AVANZADA (RCTA). 2. [en línea]. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/319958509\_RECONOCIMIENTO\_FACIAL\_BASADO\_EN\_EIGENFACES\_LBHP\_Y\_FISHERFACES\_EN\_LA\_BEAGLEBOARD-xM [↑](#footnote-ref-19)
21. A Comprehensive Guide to Facial Recognition Algorithms – Part 1. [en línea]. Disponible en: https://www.baseapp.com/computer-vision/a-comprehensive-guide-to-facial-recognition-algorithms/ [↑](#footnote-ref-20)
22. RECONOCIMIENTO FACIAL BASADO EN EIGENFACES, LBHP Y FISHERFACES EN LA BEAGLEBOARD-xM. [en línea]. Disponible en: http://www.unipamplona.edu.co/unipamplona/portalIG/home\_40/recursos/05\_v25\_30/revista\_26/01052016/21.pdf [↑](#footnote-ref-21)
23. Comprende Principal Component Analysis. [en línea]. Disponible en: https://www.aprendemachinelearning.com/comprende-principal-component-analysis/ [↑](#footnote-ref-22)
24. ML | Linear Discriminant Analysis. [en línea]. Disponible en: https://www.geeksforgeeks.org/ml-linear-discriminant-analysis/ [↑](#footnote-ref-23)
25. Distance Metrics. [en línea]. Disponible en: https://numerics.mathdotnet.com/Distance.html [↑](#footnote-ref-24)
26. ESTUDIO DE LA MÉTRICA DE MANHATTAN. SEGMENTOS, RECTAS, RAYOS, CIRCUNFERENCIAS Y ALGUNOS LUGARES GEOMÉTRICOS EN LA GEOMETRÍA DEL TAXISTA. [en línea]. Disponible en: *http://repositorio.pedagogica.edu.co/bitstream/handle/20.500.12209/2188/TE-16178.pdf?sequence=1&isAllowed=y* [↑](#footnote-ref-25)
27. What is a data set?. [en línea]. Disponible en: https://www.ibm.com/support/knowledgecenter/zosbasics/com.ibm.zos.zconcepts/zconc\_datasetintro.htm. [↑](#footnote-ref-26)
28. Reconocimiento facial. [en línea]. Disponible en: https://www.ecured.cu/Reconocimiento\_facial [↑](#footnote-ref-27)
29. Capítulo 1.-Redes Neuronales y Reconocimiento de Patrones. [en línea]. Disponible en: https://gredos.usal.es/bitstream/handle/10366/21694/DIA\_Redes\_neuronales.pdf?sequence=1&isAllowed=y [↑](#footnote-ref-28)
30. Inteligencia artificial avanzada. [en línea]. Disponible en: https://www.exabyteinformatica.com/uoc/Inteligencia\_artificial/Inteligencia\_artificial\_avanzada/Inteligencia\_artificial\_avanzada\_(Modulo\_1).pdf [↑](#footnote-ref-29)
31. PROCESAMIENTO DE IMÁGENES. [en línea]. Disponible en: http://bibing.us.es/proyectos/abreproy/12112/fichero/Documento\_por\_capitulos%252F3\_Cap%C3%ADtulo\_3.pdf [↑](#footnote-ref-30)
32. Moreira, T.P., Perez, M.L., Werneck, R. *et al.* Where is my puppy? Retrieving lost dogs by facial features. *Multimed Tools Appl* **76,** 15325–15340 (2017). Disponible en: https://doi.org/10.1007/s11042-016-3824-1 [↑](#footnote-ref-31)
33. RECONOCIMIENTO FACIAL BASADO EN EIGENFACES, LBHP Y FISHERFACES EN LA BEAGLEBOARD-xM. [en línea]. Disponible en: http://www.unipamplona.edu.co/unipamplona/portalIG/home\_40/recursos/05\_v25\_30/revista\_26/01052016/21.pdf [↑](#footnote-ref-32)
34. Sardey, Mohini & Kharate, Gajanan. (2015). A Comparative Analysis of Retrieval Techniques In Content Based Image Retrieval. Computer Science & Information Technology. 5. [en línea]. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/281312197\_A\_Comparative\_Analysis\_of\_Retrieval\_Techniques\_In\_Content\_Based\_Image\_Retrieval [↑](#footnote-ref-33)
35. Flickr-dog Dataset. [en línea]. Disponibe en: http://www.recod.ic.unicamp.br/~rwerneck/datasets/flickr-dog/ [↑](#footnote-ref-34)