# **Informe sobre ganadería de precisión**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Andrés Ochoa  Universidad Eafit  Colombia  aochoat1@eafit.edu.co | Tomás Sepúlveda  Universidad Eafit  Colombia  tsepulvedf@eafit.edu.co | Simón Marín Universidad Eafit Colombia smaring1@eafit.edu.co | Mauricio Toro  Universidad Eafit  Colombia  mtorobe@eafit.edu.co |
| Juan Pablo Restrepo  Universidad Eafit  Colombia  jprestrep@eafit.edu.co |  |  |  |

**Para cada versión de este informe: 1. Elimine todo el texto en rojo. 2. Ajustar los espacios entre las palabras y los párrafos. 3. Cambiar el color de todos los textos a negro.**

**Texto rojo =** Comentarios

**Texto negro =** Ccontribución de Simón y Mauricio

**Texto en verde** = Completar para el 1er entregable

**Texto en azul** = Completar para el 2º entregable

**Texto en violeta** = Completar para el tercer entregable

# **RESUMEN**

# El problema se encuentra en la ineficiencia y alto consumo de energía del monitoreo de la alimentación, producción, y bienestar del ganado en la ganadería de precisión.

# Este problema es importante ya que, al tener un modelo o sistema ineficiente, este afecta al bienestar del ganado, lo cual influye directamente en la producción de productos derivados de la ganadería. Por otra parte, también es importante tener en cuenta la optimización de recursos al implementar el sistema, pues los recursos en el campo suelen ser limitados.

# ¿Cuál es el algoritmo propuesto? ¿Qué resultados obtuviste? ¿Cuáles son las conclusiones de este trabajo? El resumen debe tener como máximo **200 palabras**. (*En este semestre, deberías resumir aquí los tiempos de ejecución, el consumo de memoria, la tasa de compresión y la exactitud*).

## **Palabras clave**

|  |
| --- |
| Algoritmos de compresión, aprendizaje de máquina,  aprendizaje profundo, ganadería de precisión, salud animal. |

# **1. INTRODUCCIÓN**

Explica la motivación, en el mundo real, que lleva al problema. Incluyan la historia de este problema. *(En este semestre, la motivación es la razón por la que necesitamos comprimir imágenes para clasificar la salud animal en el contexto de la ganadería de precisión).* La compresión de imágenes es algo muy importante en el campo de la ganadería de precisión, ya que los recursos en las zonas rurales pueden ser limitados, lo que nos lleva a tener un consumo de energía y memoria bastante alto si no se tiene ninguna manera de procesar estos datos eficientemente.

# **1.1. Problema**

En pocas palabras, expliquen el problema, el impacto que tiene en la sociedad y por qué es importante resolver el problema. *(En este semestre, el problema es comprimir las imágenes para clasificar la salud animal en el contexto de la ganadería de precisión).* El problema radica en la baja eficacia de los métodos tradicionales para el monitoreo de ganado. Esto puede llegar a perjudicar directamente la producción del ganado, lo que terminaría afectando tanto al ganadero como a los consumidores, pues el ganadero vería pérdidas en sus ganancias y a los consumidores les llegaría un producto de menor calidad.

**1.2 Solución**

En este trabajo, utilizamos una red neuronal convolucional para clasificar la salud animal, en el ganado vacuno, en el contexto de la ganadería de precisión (GdP). Un problema común en la GdP es que la infraestructura de la red es muy limitada, por lo que se requiere la compresión de los datos.

*Expliquen*, brevemente, su solución al problema *(En este semestre, la solución es una implementación de algoritmos de compresión. ¿Qué algoritmos han elegido? ¿Por qué?)*

**1.3 Estructura del artículo**

En lo que sigue, en la Sección 2, presentamos trabajos relacional con el problema. Más adelante, en la Ssección 3, presentamos los conjuntos de datos y los métodos utilizados en esta investigación. En la Sección 4, presentamos el diseño del algoritmo. Después, en la Sección 5, presentamos los resultados. Finalmente, en la Sección 6, discutimos los resultados y proponemos algunas direcciones de trabajo futuras.

**2. TRABAJOS RELACIONADOS**

## En lo que sigue, explicamos cuatro trabajos relacionados. en el dominio de la clasificación de la salud animal y la compresión de datos. en el contexto del PLF.

## Explique cuatro (4) artículos relacionados con el problema descrito en la sección 1.1. Puede encontrar los problemas relacionados en las revistas científicas, en lo posible, en inglés. Considere Google Scholar para su búsqueda. *(En este semestre, el trabajo relacionado es la investigación sobre la clasificación de la salud animal y la compresión de datos, en el contexto de la GdP).*

# 1. Uno de los problemas relacionados lo podemos observar en el artículo “Cloud services integration for farm animals’ behavior studies based on smartphones as activity sensors” en el cual se habla sobre como los iPhones pueden ser instrumentos utilizados para la monitorización del comportamiento del ganado, y como la transmisión de los datos recopilados puede ser una tarea muy complicada por la gran cantidad de información como imágenes y variables que tienen que ser transportadas sin perder eficiencia.

2. Usualmente, el foco de los estudios dirigidos al aumento de la eficiencia en la producción de alimento, en las granjas de animales, está divido en dos entornos. Primero, el seguimiento de un animal se realiza en varios ámbitos, siendo dos de los más importantes el comportamiento y el monitoreo del mismo (temperatura, producción, alimentación ), no obstante no se suelen tomar ciertos factores en cuenta como lo son el entorno ( temperatura del lugar, viendo, lluvia, calidad del suelo ), de la misma forma, los del entorno no indagan ampliamente en el monitoreo, junto a los dos anteriores, lo cual permitiría una mayor comprensión y facilitaría la manera de diagnosticar los problemas que se puedan presentar.

– Artículo "A systematic literature review on the use of machine learning in precision livestock farming"

3. En este estudio se buscaba poder analizar y reconocer el ganado, a cada vaca que se encontrara en el campo, y sus características propias, para así identificarla de las demás, la raza bovina Holstein, que destaca por su alta producción de leche, carne y su buena adaptabilidad, fue la utilizada en este estudio. Un objetivo del sistema, es que se podrían eliminar algunos métodos utilizados para marcar vacas, como son los tatuajes en las orejas, que hieren físicamente al animal.

el estudio fue realizado utilizando drones, videos de grupos de bovinos eran tomados en su entorno de campo natural, y utilizando Deep learning se crearon algoritmos para reconocer a las vacas y sus características individuales, utilizando los patrones de su piel, tamaño, color y ecuaciones para determinar que tanto se movería la vaca de donde primero fue vista, se lograba diferenciar de una vaca a otra, el sistema tomaba segmentos del video y analizaba a cada vaca que podía encontrar y le asignaba un número y guardaba su información. Este proceso fue repetido múltiples veces en donde el algoritmo mejoraba cada vez más en identificar a una vaca de otra, mostrando resultados increíbles y con cada vez menos fallos.

Fue concluido que es posible utilizar sistemas para reconocer las caracterices bovinas, identificar una vaca de otra y en una manera que no resulte obstructiva para el animal, a diferencia de otros métodos utilizados que hieren a la vaca.

-Articulo: "Visual localisation and Individual identification of Holstein Friesian Cattle via Deep Learning. "

## 4. El artículo “**An Animal Welfare Platform for Extensive LivestockProduction Systems**” habla sobre como recientemente los consumidores exigen mejorar cada vez más el bienestar del ganado durante la producción de alimentos, lo que nos lleva a buscar maneras de mejorar el monitoreo del ganado para que de esta manera los granjeros o usuarios finales puedan tener mayor información o un mayor control sobre sus animales, para así darles una mejor calidad de vida. La solución que dan a este problema se fundamente en el uso de un collar que deben llevar los animales en todo momento, este collar estará enviando información diariamente sobre diferentes datos de los animales como, sus signos vitales, la comida consumida en las últimas 24 horas, sus movimientos, entre otros, estos datos se envían a través de Bluetooth a un “Edge device” o punto de entrada para que esta información pase así a las bases de datos. Además de esto, este dispositivo enviará los últimos datos obtenidos a dicha base de datos (nube) a la cual el usuario podrá acceder mediante una aplicación móvil para así poder ver el estado del ganado y los movimientos que realizan en tiempo real. De esta manera se logra que el usuario tenga mayor control sobre los animales para así poder intervenir en caso de que la salud del animal se encuentre en peligro.

## **3. MATERIALES Y MÉTODOS**

En esta sección, explicamos cómo se recogieron y procesaron los datos y, después, diferentes alternativas de algoritmos de compresión de imágenes para mejorar la clasificación de la salud animal.

## **3.1 Recopilación y procesamiento de datos**

Recogimos datos de *Google Images* y *Bing Images* divididos en dos grupos: ganado sano y ganado enfermo. Para el ganado sano, la cadena de búsqueda era "cow". Para el ganado enfermo, la cadena de búsqueda era "cow + sick".

En el siguiente paso, ambos grupos de imágenes fueron transformadas a escala de grises usando Python OpenCV y fueron transformadas en archivos de valores separados por comas (en inglés, CSV). Los conjuntos de datos estaban equilibrados.

El conjunto de datos se dividió en un 70% para entrenamiento y un 30% para pruebas. Los conjuntos de datos están disponibles en https://github.com/mauriciotoro/ST0245-Eafit/tree/master/proyecto/datasets .

Por último, utilizando el conjunto de datos de entrenamiento, entrenamos una red neuronal convolucional para la clasificación binaria de imágenes utilizando *Teachable Machine* de Google disponible en https://teachablemachine.withgoogle.com/train/image.

## **3.2 Alternativas de compresión de imágenes con pérdida**

## En lo que sigue, presentamos diferentes algoritmos usados para comprimir imágenes con pérdida. *(En este semestre, ejemplos de tales algoritmos son el tallado de costuras, el escalado de imágenes, la transformación de coseno discreto, la compresión con ondeletas y la compresión fractal).*

**3.2.1 Nombre del primer algoritmo**

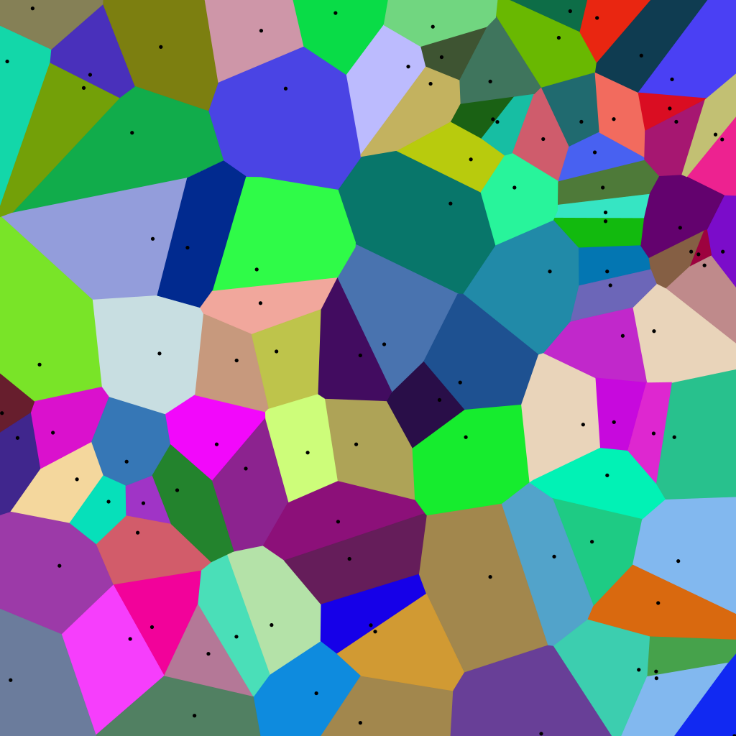
Por favor, explique el algoritmo, su complejidad e incluya una figura vectorial.

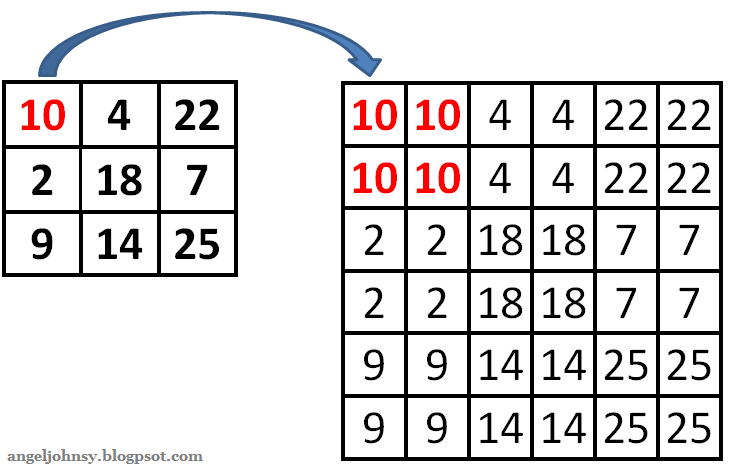
**3.2.1** **Escalado de imágenes:**

El escalado de imágenes se refiere al proceso realizado para cambiar el tamaño de imágenes digitales. Existen dos tipos de imágenes digitales, las vectoriales y las imágenes por tramos (píxeles).

Uno de los métodos de escalado de imágenes es el de interpolación proximal o interpolación por el vecino más cercano, este algoritmo aproxima el valor de una función a un punto desconocido o no dado, de esta manera el algoritmo encontrará el punto siguiente más cercano, produciendo así un interpolante o sección de la imagen.

Ejemplo:



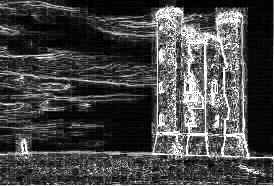


**3.2.2 Compresión con costuras (tallado de costuras):**

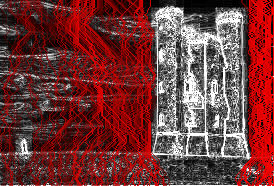
Este algoritmo es utilizado para el cambio de tamaño de una imagen, este funciona al establecer "costuras" (partes de menos importancia) en la imagen, y procede a remover o añadir costuras para incrementar o reducir el tamaño de una imagen.

esto ocurre en los siguientes pasos:

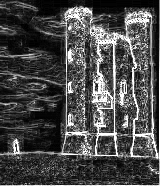
1. Comienza con una imagen
2. Determina la densidad, peso y energía de cada pixel, utilizando varios algoritmos como son la entropía, la prominencia visual, la magnitud de gradiente, entre otras. En este ejemplo se utiliza la magnitud de gradiente.



1. Las costuras son enlistadas en base a su nivel de energía, si es bajo, pasan a ser de las partes de menor importancia de la imagen, esto puede ser calculado utilizando la programación dinámica.



1. Se remueven las costuras que tienen niveles bajos de energía necesarias.



1. Así resulta la imagen final.



**3.2.3 Transformación de coseno directo:**

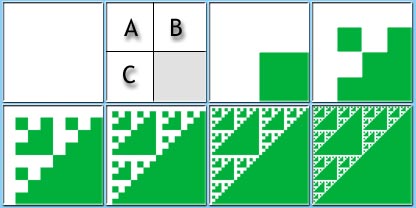
La transformación de coseno discreta, permite compilar y comprimir cantidades de datos reales en un número limitado de coeficientes, lo cual facilita su portabilidad.

La transformada de coseno discreta F(k) {\displaystyle F(k)}de una función discreta f(i): {\displaystyle f(j):\mathbb {R} ^{N}\to \mathbb {R} ^{N}}, (donde R {\displaystyle \mathbb {R} }denota el conjunto de los números reales) en la cual i = 0, 1, 2, … N – 1 {\displaystyle j=0,1,2,\cdots ,N-1}se define como: donde para k = 0 y c(k) = 1 para otros números enteros hasta N - 1

**3.2.4 Compresión Fractal:**

La compresión fractal es un método de compresión con perdida, utilizado en imágenes digitales, el cual está basado en fractales, que son objetos geométricos cuya estructura básica se repite a diferentes escalas.

El método parte de una imagen que suele parecerse a partes de la misma imagen, y estas son convertidas en códigos fractales los cuales son utilizados para recrear la imagen codificada.



La representación de una imagen fractal, es descrita matemáticamente como un sistema de funciones iteradas. Que son una construcción matemática usada para representar conjuntos fractales que presenten auto similitud.

Algunas de las características de la compresión fractal son: La codificación es extremadamente cara a nivel computacional, aunque la decodificación es bastante rápida. Otra característica es que las imágenes se vuelven independientes de la resolución después de ser convertidos al código fractal, debido a que el sistema de función iterada en el archivo comprimido se escala indefinidamente.

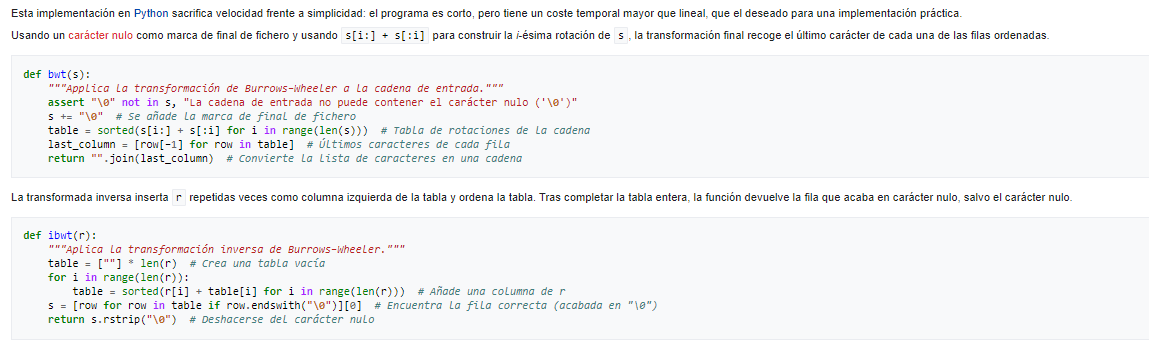
## **3.3 Alternativas de compresión de imágenes sin pérdida**

## En lo que sigue, presentamos diferentes algoritmos usados para comprimir imágenes sin pérdida. *(En este semestre, ejemplos de tales algoritmos son la transformada de Borrows y Wheeler, LZ77, LZ78, la codificación Huffman y LZS).*

**3.3.1 Compresión de Borrows y Wheeler:**

La compresión de Borrows-Wheeler se basa en la permutación del orden de caracteres para garantizar una mejor compresión de la cadena. Asignándoles con referencia a un valor e identificándolos para su reorganización.

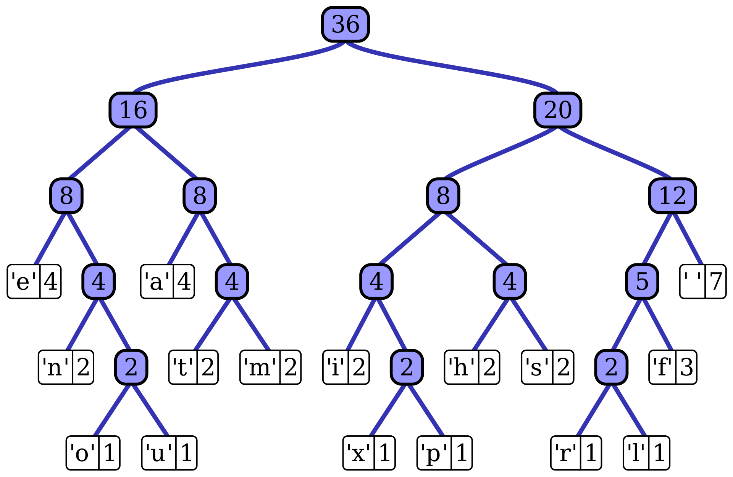




**3.3.2 Codificación de Huffman:**

La codificación Huffman toma una cadena de texto y crea un nodo para cada carácter presente en dicha cadena junto con su frecuencia de aparición, es decir, el número de veces que aparece un mismo carácter, después de esto, los valores se ordenan mediante una cola de prioridad, esta tras determinar el orden de la cola de prioridad tomará los dos valores con mayor prioridad, estos valores se suman generando así un nuevo nodo “padre” cuyo valor será la suma generada anteriormente, este nodo volverá a la cola de prioridad y se repetirá el mismo procedimiento hasta acabar con la cola creando de esta forma un árbol de Huffman, cada vez que se baje por la izquierda de este árbol el valor será interpretado como un 0, mientras que cada vez que se baje por la derecha del árbol se interpretará como un 1, creando cadenas con una menor cantidad de bits, es decir, cadenas comprimidas.

Ejemplo:



**3.3.3 Algoritmo LZ77:**

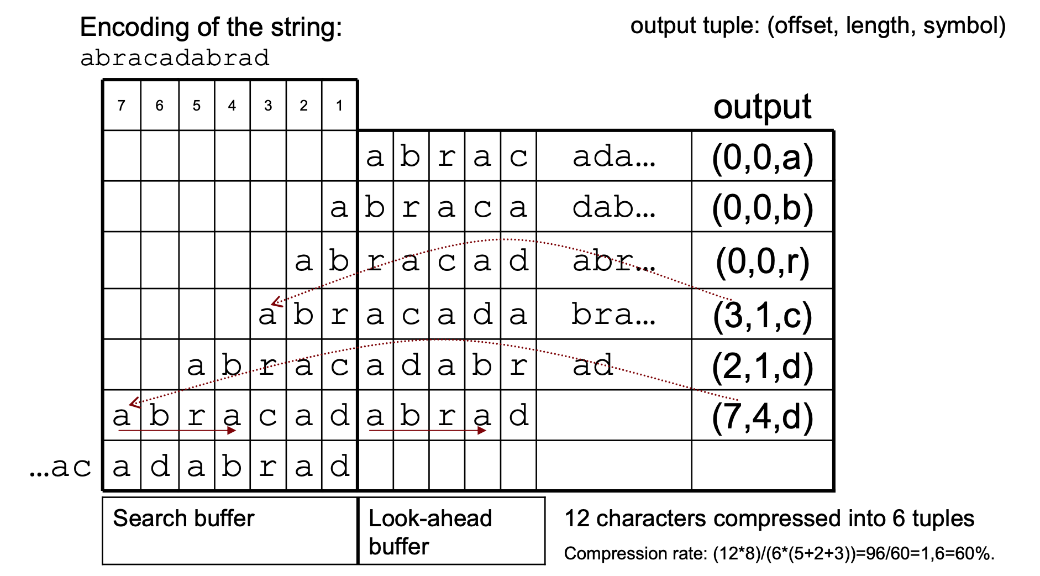
LZ77 o también llamado lz1, es un algoritmo de compresión sin perdida, el cual es utilizado cuando la información a comprimir es crítica y no puede perderse, como por ejemplo los archivos ejecutables.

En el algoritmo el codificador analiza el texto como una secuencia de caracteres, y utilizando una ventana deslizable conformada por dos partes, un buffer de anticipación que es la opción que está a punto de ser codificada y un buffer de búsqueda en donde se buscan secuencias iguales a las existentes en el buffer de anticipación. Para codificar una parte del contenido, del buffer de anticipación, se busca la secuencia igual en el buffer de búsqueda y la codificación resulta en indicar esta repetición como una tripleta [d, l, c].

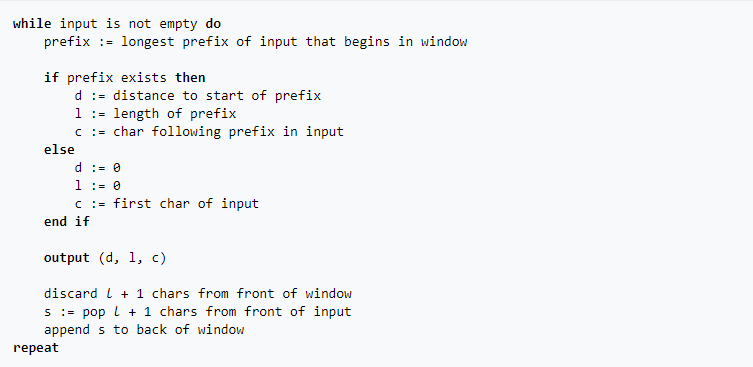
Donde:

* d es la distancia desde el principio del buffer de anticipación hasta el comienzo de la secuencia repetida.
* l es la cantidad de caracteres repetidos.
* c es el símbolo siguiente a la secuencia en el buffer de anticipación.

Ejemplo:

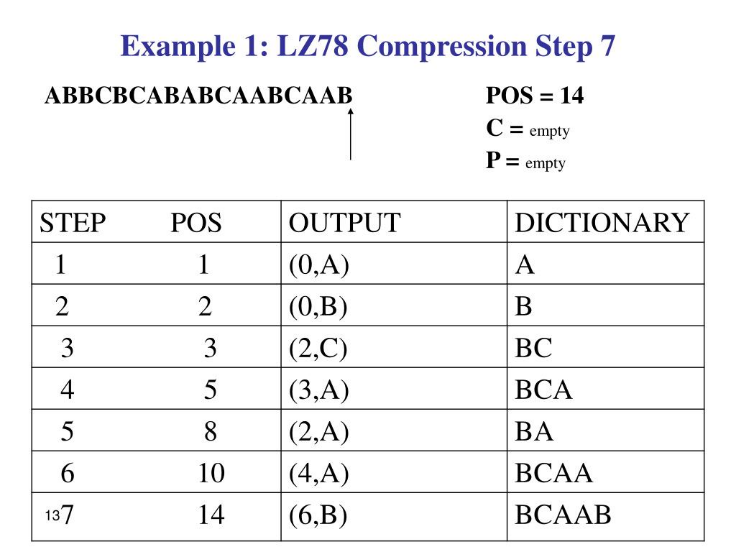


Un ejemplo de pseudocódigo seria este:



**3.3.4 Algoritmo LZ78:**

El algoritmo LZ78 permite la creación de diccionarios o nuevas entradas dentro del mismo diccionario si el respectivo carácter de la cadena anterior no ha sido reconocida como existente. Las referencias que implementa el diccionario y la forma en que se aplican para generar un producto de un índice, tomando como primer factor el primer índice dentro del diccionario, añadiéndolo a la cadena del output, y el cómo segundo aquel que se le esté agregando. Al final, se organizará de forma ordenada en cómo se ejecutaron dichas instrucciones para generar su respectivo output.



## **4. DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE LOS ALGORITMOS**

## En lo que sigue, explicamos las estructuras de datos y los algoritmos utilizados en este trabajo. Las implementaciones de las estructuras de datos y los algoritmos están disponibles en Github[[1]](#footnote-1).

## **4.1 Estructuras de datos**

## *Explique* la estructura de datos utilizada para hacer la compresión de las imágenes y haga una figura que la explique. No utilice figuras de Internet. *(En este semestre, ejemplo de las estructuras de datos son los árboles y las tablas hash)*

**Figura 1:** Árbolde Huffman generado a partir de las frecuencias exactas del texto "this". (Por favor, no dude en cambiar esta figura si utilizan una estructura de datos diferente).

**4.2 Algoritmos**

En este trabajo, proponemos un algoritmo de compresión que es una combinación de un algoritmo de compresión de imágenes con pérdidas y un algoritmo de compresión de imágenes sin pérdidas. También explicamos cómo funciona la descompresión para el algoritmo propuesto.

Expliquen el diseño de los algoritmos para resolver el problema y hagan una figura. No uses figuras de Internet, haz las tuyas propias. *(En este semestre, un algoritmo debe ser un algoritmo de compresión de imágenes con pérdidas, como el escalado de imágenes, el tallado de costuras o la compresión con ondeletas, y el segundo algoritmo debe ser un algoritmo de compresión de imágenes sin pérdidas, como la codificación Huffman, LZS o LZ77).*

**4.2.1 Algoritmo de compresión de imágenes con pérdida**

Explique, brevemente, cómo se aplicó un algoritmo de compresión de imágenes con pérdidas, como, por ejemplo, el tallado de costuras o el escalado de imágenes. Explique también la descompresión.

**Figura 2:** Escaladode la imagen mediante interpolación bilineal. (Por favor, siéntase libre de cambiar esta figura si utiliza una estructura de datos diferente).

**4.2.2 Algoritmo de compresión de imágenes sin pérdida**

Explique brevemente cómo aplicó un algoritmo de compresión de imágenes sin pérdidas como la codificación Huffman, LZS o LZ77. Explique también la descompresión.

**4.3 Análisis de la complejidad de los algoritmos**

Explique, con sus propias palabras, el análisis del peor caso usando la notación O. ¿Cómo calculó tales complejidades. Por favor, explique brevemente.

|  |  |
| --- | --- |
| **Algoritmo** | **La complejidad del tiempo** |
| Compresión | O(N2\*M2) |
| Descompresión | O(N3\*M\*2N) |

***Tabla* 2:** Complejidad temporal de los algoritmos de compresión y descompresión de imágenes. *(Por favor, explique qué significan N y M en este problema).*

|  |  |
| --- | --- |
| **Algoritmo** | **Complejidad de la memoria** |
| Compresión | O(N\*M\*2N ) |
| Descompresión | O(2M\*2N) |

***Tabla* 3:** Complejidad de memoria de los algoritmos de compresión y descompresión de imágenes. *(Por favor, explique qué significan N y M en este problema).*

**4.4 Criterios de diseño del algoritmo**

Explica por qué el algoritmo fue diseñado de esa manera. Use un criterio objetivo. Los criterios objetivos se basan en la eficiencia, que se mide en términos de tiempo y consumo de memoria. Ejemplos de criterios no objetivos son: "Estaba enfermo", "fue la primera estructura de datos que encontré en Internet", "lo hice el último día antes del plazo", etc. Recuerde: Este es el 40% de la calificación del proyecto.

**5. RESULTADOS**

**5.1 Evaluación del modelo**

En esta sección, presentamos algunas métricas para evaluar el modelo. La exactitud es la relación entre el número de predicciones correctas y el número total de muestras de entrada. La precisión es la proporción de estudiantes exitosos identificados correctamente por el modelo a estudiantes exitosos identificados por el modelo. Por último, sensibilidad es la proporción de estudiantes exitosos identificados correctamente por el modelo a estudiantes exitosos en el conjunto de datos.

**5.1.1 Evaluación del conjunto de datos de entrenamiento**

A continuación presentamos las métricas de evaluación del conjunto de datos de entrenamiento en la Tabla 3.

|  |  |
| --- | --- |
|  | ***Conjunto de datos de entrenamiento*** |
| *Precisión* | 0.02 |
| *Precisión* | 0.03 |
| *Recordar* | 0.01 |

## **Tabla 3.** Evaluación del modelo de clasificación de imágenes con el conjunto de datos de entrenamiento.

**5.1.2 Evaluación del conjuntos de datos de prueba**

A continuación presentamos las métricas de evaluación del conjunto de datos de prueba, en la Tabla 4, sin compresión y, en la Tabla 5, con compresión.

|  |  |
| --- | --- |
|  | ***Conjunto de datos de prueba*** |
| *Exactitud* | 0.01 |
| *Precisión* | 0.012 |
| *Sensibilidad* | 0.013 |

## **Tabla 4.** Evaluación del modelo de clasificación de imágenes, con el conjunto de datos de prueba, sin compresión.

|  |  |
| --- | --- |
|  | ***Conjunto de datos de prueba*** |
| *Exactitud* | 0.001 |
| *Precisión* | 0.0012 |
| *Sensibilidad* | 0.0013 |

## **Tabla 5.** Evaluación del modelo de clasificación de imágenes, con el conjunto de datos de prueba, con compresión.

**5.2 Tiempos de ejecución**

En lo que sigue explicamos la relación entre el tiempo promedio de ejecución y el tamaño promedio de las imágenes del conjunto de datos completo, en la Tabla 6.

Calcular el tiempo de ejecución de cada imagen en Github. Informar del tiempo medio de ejecución vs. el tamaño medio del archivo.

## 

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | ***Tiempo promedio de ejecución (s)*** | ***Tamaño promedio del archivo (MB)*** |
| *Compresión* | 100.2 s | 12.4 MB |
| *Descompresión* | 800.1 s | 12.4 MB |

## **Tabla 6:** Tiempo deejecución de los algoritmos *(Por favor, escriba el nombre de los algoritmos, por ejemplo, tallado de costuras y LZ77)* para diferentes imágenes en el conjunto de datos.

## **5.3 Consumo de memoria**

Presentamos el consumo de memoria de los algoritmos de compresión y descompresión en la Tabla 7.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | ***Consumo promedio de memoria (MB)*** | ***Tamaño promedio del archivo (MB)*** |
| Compresión | 634 MB | 3.12 MB |
| Descompresión | 9 MB | 878.12 MB |

## **Tabla 7:** Consumopromedio de memoria de todas las imágenes del conjunto de datos, tanto para la compresión como para la descompresión.

## Para medir el consumo de memoria, deberían usar un generador de perfiles. Uno muy bueno para Java es VisualVM, desarrollado por Oracle, http://docs.oracle.com/javase/7/docs/technotes/guides/visualvm/profiler.html. Para Python, usa el *C profiler*.

## **5.3 Tasa de compresión**

Presentamos los resultados de la tasa de compresión del algoritmo en la Tabla 8.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | ***Ganado sano*** | ***Ganado enfermo*** |
| Tasa de compresión promedio | 1:23 | 1:34 |

## **Tabla 8:** Promedio redondeado de la tasa de compresión de todas las imágenes de ganado sano y ganado enfermo.

## **6. DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS**

Explique los resultados obtenidos. ¿Son la exactitud, la precisión y la sensibilidad apropiadas para este problema? ¿El modelo está sobreajustado? ¿Es apropiado el consumo de memoria y el consumo de tiempo? ¿Es la relación de compresión apropiada? ¿Cambia la compresión significativamente la exactitud con el conjunto de datos de la prueba? *(En este semestre, según los resultados, ¿puede la compresión mejorar la clasificación de la salud animal en el contexto del PLF? )*

**6.1 Trabajos futuros**

Responda ¿qué le gustaría mejorar en el futuro? ¿Cómo le gustaría mejorar su algoritmo y su implementación? ¿Qué tal usar la transformación de coseno discreto o la compresión con ondeletas a futuro?

# **RECONOCIMIENTOS**

Identifique el tipo de reconocimiento que quiere escribir: para una persona o para una institución. Considere las siguientes pautas: 1. El nombre del profesor no se menciona porque es un autor. 2. No debe mencionar sitios web de autores de artículos que no ha contactado. 3. Debe mencionar estudiantes, profesores de otros cursos que le hayan ayudado.

Como ejemplo: Esta investigación fue apoyada/parcialmente apoyada por [Nombre de la Fundación, Donante, Beca].

Agradecemos la asistencia con [técnica particular, metodología] a [Nombre Apellido, cargo, nombre de la institución] por los comentarios que mejoraron enormemente el manuscrito o la codificación del algoritmo.

# **REFERENCIAS**

**1. Andrew, W., Greatwood, C., & Burghardt, T. (2018). Visual Localisation and Individual Identification of Holstein Friesian Cattle via Deep Learning. In 2017 IEEE International Conference of Computer Vision Workshop (ICCVW 2017) (pp. 2850-2859). Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE).**

https://doi.org/10.1109/ICCVW.2017.336

**2. Debauche, O., Mahmoudi, S., Andriamandroso, A.L.H. *et al.* Cloud services integration for farm animals’ behavior studies based on smartphones as activity sensors. *J Ambient Intell Human Comput* 10, 4651–4662 (2019).**

<https://link.springer.com/article/10.1007/s12652-018-0845-9>

**3. Keelia Brannagh, Lempel-Ziv Compression Techniques presentation, 2014.**

<https://www.slideserve.com/keelia/lempel-ziv-compression-techniques>

**4. Rodrigo García, Jose Aguilar, Mauricio Toro, Angel Pinto, Paul Rodríguez. A systematic literature review on the use of machine learning in precision livestock farming, 2020, 1-10.**

<https://doi.org/10.1016/j.compag.2020.105826>

**5. Vasileios Doulgerakis, Dimitrios Kalyvas, Enkeleda Bocaj, Christos Giannousis, Michalis Feidakis, George P. Laliotis, Charalampos Patrikakis, Iosif Bizelis. An Animal Welfare Platform for Extensive Livestock Production Systems, Agricultural University of Athens, Department of Animal Breeding & Husbandry 75 Iera Odos, 11855, Athens, Greece, University of West Attica, Department of Electrical & Electronics Engineering 250 Thivon & P. Ralli, 12241, Athens, Greece, 2019, 1-7.**

http://ceur-ws.org/Vol-2492/paper1.pdf

**6. Wikipedia Compresión Fractal**

<https://es.wikipedia.org/wiki/Compresi%C3%B3n_fractal#V%C3%A9ase_tambi%C3%A9n>

**7. Wikipedia Huffman coding**

https://en.wikipedia.org/wiki/Huffman\_coding

**8. Wikipedia Image scaling**

<https://en.wikipedia.org/wiki/Image_scaling>

**9. Wikipedia LZ77 and LZ78**

<https://en.wikipedia.org/wiki/LZ77_and_LZ78>

**10. Wikipedia Nearest-neighbor interpolation**

<https://en.wikipedia.org/wiki/Nearest-neighbor_interpolation>

**11. Wikipedia Seam carving**

<https://en.wikipedia.org/wiki/Seam_carving>

**12. Wikipedia Sistema interactivo de funciones**

<https://es.wikipedia.org/wiki/Sistema_iterativo_de_funciones>

**13. Wikipedia Transformada de coseno discreta**

<https://es.wikipedia.org/wiki/Transformada_de_coseno_discreta>

1. http://www.github.com/ ????????? /proyecto/ [↑](#footnote-ref-1)