



Análisis comparativo de algoritmos de compresión de imágenes

Comparative analysis of image compression algorithms

Análise comparativa de algoritmos de compressão de imagen

Cristhian Geovanny Erazo-Luzuriaga ^I

geovany_ccc@hotmail.com

<https://orcid.org/0000-0001-8073-1441>

Bladimir Enrique Urgiles-Rodríguez ^{III}

bladimir.urgiles@esPOCH.edu.ec

<https://orcid.org/0000-0002-9734-7814>

María Fernanda Heredia-Moyano ^{II}

mariaf.heredia@esPOCH.edu.ec

<https://orcid.org/0000-0002-0145-2098>

Alex Fernando Erazo-Luzuriaga ^{IV}

alexerazo1407@hotmail.com

<https://orcid.org/0000-0002-1089-383X>

Correspondencia: geovany_ccc@hotmail.com

Ciencias Técnicas y Aplicadas

Artículo de Investigación

* **Recibido:** 23 de junio de 2022 * **Aceptado:** 12 de julio de 2022 * **Publicado:** 07 de agosto de 2022

- I. Ingeniero en sistemas, docente de del Instituto Superior Tecnológico Sucúa ISTSUCÚA, Ecuador.
- II. Biofísica, Maestría en Física, Docente de la Escuela Superior, Politécnica de Chimborazo (ESPOCH), Ecuador.
- III. Máster Universitario en Ingeniería Matemática y Computación, Ingeniero en Sistemas Informáticos, Docente de la Escuela Superior, Politécnica de Chimborazo (ESPOCH), Ecuador.
- IV. Ingeniero en sistemas, Investigador Independiente, Ecuador.

Resumen

La presente investigación analiza diferentes técnicas de algoritmos de compresión de imágenes que se aplican a estas para su posterior almacenamiento, utilización, manipulación, visualización y transmisión de manera eficaz, se requiere que las imágenes estén presentes a primera vista, además de que se ha adquirido servidores por lo cual el almacenamiento en la nube queda descartado, en cambio al utilizar el algoritmo de compresión de imágenes estas se guardan directamente en el servidor con un menor peso y conservando su calidad, por lo que analizaron algoritmos de compresión de imágenes. Con el uso de técnicas de investigación de campo y documental se analizaron en primera instancia se ha tomado una muestra de 170 imágenes las cuales fueron separadas por intervalos determinado por su peso en Mb, se procedió a comprimir las imágenes con algoritmos de compresión con pérdida y sin pérdida, al compararlas con parámetros de calidad de imagen como: resolución, luminosidad, canal de colores, compatibilidad web, extensión que soporta, extensión de imagen comprimida, tiempo de carga(segundos) y peso en (megabits), parámetros considerados de importancia para garantizar la integridad de la imagen.

Cada parámetro es evaluado de forma detallada para reducir la pérdida de información, se pudo comprobar que al utilizar un algoritmo de compresión de imágenes permite la mejora de gestión de una plataforma web, en la optimización de espacio del disco de almacenamiento en 2,08 TB de un total de 500000 imágenes que constituye el 36%, y el tiempo de carga de visualización de 0,2528 segundos.

Palabras Claves: Análisis; Comparativos; Algoritmo; Compresión.

Abstract

The present investigation analyzes different techniques of image compression algorithms that are applied to them for their later storage, use, manipulation, visualization and transmission in an effective way, it is required that the images be present at first sight, in addition to the fact that they have been acquired. servers for which storage in the cloud is ruled out, instead when using the image compression algorithm these are saved directly on the server with a lower weight and preserving their quality, for which image compression algorithms were analyzed. With the use of

field and documentary research techniques, they were analyzed in the first instance, a sample of 170 images was taken, which were separated by intervals determined by their weight in Mb, the images were compressed with compression algorithms with loss and without loss, when comparing them with image quality parameters such as: resolution, luminosity, color channel, web compatibility, supported extension, compressed image extension, loading time (seconds) and weight in (megabits), parameters considered important for ensure image integrity. Each parameter is evaluated in detail to reduce the loss of information, it was possible to verify that by using an image compression algorithm it allows the improvement of management of a web platform, in the optimization of storage disk space in 2.08 TB of a total of 500,000 images that constitutes 36%, and the display loading time of 0.2528 seconds.

Keywords: Analysis; Comparatives; Algorithm; Compression.

Resumo

A presente investigação analisa diferentes técnicas de algoritmos de compressão de imagens que são aplicadas a elas para seu posterior armazenamento, uso, manipulação, visualização e transmissão de forma eficaz, é necessário que as imagens estejam presentes à primeira vista, além do fato de que foram adquiridos servidores para os quais se exclui armazenamento na nuvem, ao invés disso, ao utilizar o algoritmo de compressão de imagem estes são salvos diretamente no servidor com menor peso e preservando sua qualidade, para os quais foram analisados algoritmos de compressão de imagem. Com o uso de técnicas de pesquisa de campo e documental, foram analisadas em primeira instância, uma amostra de 170 imagens, que foram separadas por intervalos determinados pelo seu peso em Mb, as imagens foram compactadas com algoritmos de compressão com perda e sem perda, ao compará-los com parâmetros de qualidade de imagem como: resolução, luminosidade, canal de cor, compatibilidade web, extensão suportada, extensão de imagem compactada, tempo de carregamento (segundos) e peso em (megabits), parâmetros considerados importantes para garantir a integridade da imagem. Cada parâmetro é avaliado detalhadamente para reduzir a perda de informação, foi possível verificar que ao utilizar um algoritmo de compressão de imagem permite a melhoria da gestão de uma plataforma web, na otimização do espaço de armazenamento em disco em 2,08 TB de um total de 500.000 imagens que constituem 36% e o tempo de carregamento da tela de 0,2528 segundos.

Palavras-chave: Análise; Comparativos; Algoritmo; Compressão.

Introducción

La presente investigación, es apoyada en las diferentes técnicas de algoritmos de compresión de imágenes que se aplican a estas para su posterior almacenamiento, utilización, manipulación, visualización y trasmisión de manera eficaz.

Las imágenes que una vez subidas a la plataforma web son las escaneadas de las fojas de los archivos históricos de la ciudad de Riobamba desde el siglo XVIII al XIX lo cual ha dado como resultado 500.000 imágenes digitales, están subidas al servidor web con el que cuenta el departamento de investigación de la Universidad Nacional de Chimborazo, el mismo que tiene un espacio limitado al igual que los recursos, esto implica un consumo en cuanto al espacio de almacenamiento y alto consumo de recursos por parte del servidor. Según González y Wood, la compresión de imágenes es el proceso de reducción del volumen de datos para representar una determinada cantidad de información que ayuda a una óptima gestión web, disminuyendo su peso y su tiempo de carga en la web.

El proyecto de análisis de los algoritmos de compresión de imágenes en diferentes investigaciones por parte de investigadores que han incursionado en esta área. JPEG: es y seguirá siendo uno de los más utilizados ya que presenta una gran flexibilidad además de ser un esquema de compresión con y sin pérdida de información, posee robustez y altas tasas de compresión. También hace un análisis de la Transformada Coseno Discreta que es la base del estándar (Wallace, 1991) BMP (Windows BitMap): Los datos se codifican con compresión sin pérdidas, por lo que el tamaño de los archivos es considerable. Maneja colores de hasta 24 bits de profundidad. Son usados en los programas de Microsoft, en archivos de gráficos como íconos y papel tapiz. (La Serna, 2009)

LZW: Es un método de compresión estándar en la codificación FAX. Las imágenes que tienen intensidades repetidas a lo largo Filas (o columna) se pueden comprimir representando Funcionamientos de idénticas intensidades como: Pares de longitud, donde cada par de longitud de ejecución especifica el inicio de la nueva intensidad y el número de píxeles consecutivos que tienen esa intensidad. Esta técnica se denomina RLE. Da como resultado expansión de datos cuando hay pocas o ningunos píxeles idénticos. (Reddy, 2016)

El análisis de los algoritmos de compresión muestra un panorama de cómo es posible mejorar la forma en que se almacena la información, las limitantes que existen y la utilidad de estos algoritmos para la compresión de la información. (Rosa, 2014)

Además, Jose de la Rosa hace énfasis en los resultados obtenido al realizar el análisis comparativo entre diferentes tipos de algoritmos El análisis de los algoritmos de compresión muestra un panorama de cómo es posible mejorar la forma en que se almacena la información, las limitantes que existen y la utilidad de estos algoritmos para la compresión de la información. (Rosa, 2014)

Resaltando la importancia de la compresión de las imágenes en un entorno web: Las imágenes sin comprimir requiere un gran espacio de almacenamiento y de ancho de banda para la transmisión además que “Una imagen de píxeles de 640 por 480 sola, por ejemplo, puede requerir hasta 1,2 MB para su almacenamiento en color de 32 bits.” (Brooks)

Metodología

Método de Research.- Se realizó un análisis en diferentes motores de búsqueda avalados por la institución, generando datos bibliográficos que han servido para la investigación.(Anexo 1)

Método Deductivo. –Se estudió las variables de investigación desde llegar a la deducción de las conclusiones.

Método Analítico. –Se estudió y analizo al objeto de estudio como un todo, dividiendo en temas significativos para analizando su causas y efectos en las variables

Operacionalización De Variables

Figura 1: Identificación de variables.

Variable	Tipo	Definición conceptual	Dimensión	Indicador
Algoritmo de compresión de imágenes	Independiente	Reducir los datos redundantes e irrelevantes de	Peso	Reducción de peso de la imagen (MB)

		la imagen con la menor perdida posible para permitir su almacenamient o o transmisión		
Optimizar la gestión en plataformas web	Dependiente	Optimizar la carga y visualización de las imágenes que se mostraran en la plataforma web.	Peso, Tiempo.	Peso promedio de la imagen. (MB) Tiempo promedio de carga de la imagen. (Segundos.)

Fuente: Autores

Fuente: Autores



Figura 2: Procesamiento de imágenes

Se tomó una muestra de 170 imágenes, las cuales fueron separadas por intervalos determinado por su peso en Mb, estas imágenes están distribuidas en intervalos de 3 a 4,4 a 5, 5 a 6,6 a 7, 7 a 8,8 a 9 y 9 a 10 seleccionando una imagen por cada intervalo.

En segunda instancia se procedió a comprimir las imágenes con algoritmos de compresión de imágenes con pérdida y sin pérdida, al compararlas con parámetros de calidad de imagen como: resolución, luminosidad, canal de colores, compatibilidad web, extensión que soporta, extensión de imagen comprimida, tiempo de carga (segundos) y peso en (megabits).

Figura 3: Parámetros de Compatibilidad.

<i>Parámetro de Compatibilidad</i>	Compatibilidad Web	Soporta	Extensión
Jpeg(Porcentaje)	si	Jpg	Jpg
LZW	no	Tif, Pdf Gif	Tif
jpg2000	no	Jpg	.jp2 y .jpx
Run lenth Encode	no	Bmp Pcx Tiff	Bmp ~ Tiff
Jpeg (Dimensionamiento)	si	Jpg	Jpg

Fuente: Autores

Los resultados presentados muestran que los métodos Jpeg(Porcentaje) y Jpg (dimensionamiento) son compatibles con las imágenes de la muestra para ser usadas en la web, ya que los navegadores(opera, mozilla, google chommer, internet explorer) web solo soporta extensiones jpg, jpeg, png, gif .

Intervalo 3 a 4

Numero de foja: 30

Figura 4: Parámetros de Peso, intervalo 3 a 4

Metodos	Peso (MB)
Original	3,88
BMP windos BitMap	1,2
LZW	No aplica
Jpg2000	No aplica
Run lengh Encode	No aplica
JPG2000	0,393

Autores: Dennys Coronel y Crithian Erazo

Intervalo 4 a 5

Numero de foja: 61

Figura 5: Parámetros de Peso, intervalo 4 a 5

Método	Peso (MB)
Original	4,61
BMP windos BitMap	1.52
LZW	No aplica
Jpg2000	No aplica
Run lengh Encode	No aplica
JPG2000	0,449

Fuente: Autores

Intervalo 5 a 6

Numero de foja: 12

Figura 6: Parámetros de Peso, intervalo 5 a 6

Método	Peso (MB)
Original	5,57
BMP windos BitMap	1,8
LZW	NO APLICABLE
Jpg2000	NO APLICABLE

Run lengh Encode	NO APLICABLE
JPG2000	0,500

Fuente: Autores

Intervalo 6 a 7

Numero de foja: 50

Figura 7: Parámetros de Peso, intervalo 6 a 7

Método	Peso (MB)
Original	6,66
BMP windos BitMap	2,15
LZW	NO APLICABLE
Jpg2000	NO APLICABLE
Run lengh Encode	NO APLICABLE
JPG2000	0,635

Fuente: Autores

Intervalo 7 a 8

Numero de foja: 10

Figura 8: Parámetros de Peso, intervalo 7 a 8

Método	Peso (MB)
Original	7,35
BMP windos BitMap	2,59
LZW	NO APLICABLE
Jpg2000	NO APLICABLE
Run lengh Encode	NO APLICABLE
JPG2000	0,716

Fuente: Autores

Intervalo 8 a 9

Numero de foja: 26

Figura 9: Parámetros de Peso, intervalo 8 a 9

Método	Peso (MB)
Original	8,33
BMP windos BitMap	2,69

LZW	NO APLICABLE
Jpg2000	NO APLICABLE
Run lengh Encode	NO APLICABLE
JPEG	0,732

Fuente: Autores

Intervalo 9 a 10

Numero de foja: 30

Figura 10: Parámetros de Peso, intervalo 9 a 10

Método	Peso (MB)
Original	9,17
BMP windos BitMap	3,38
LZW	NO APLICABLE
Jpg2000	NO APLICABLE
Run lengh Encode	NO APLICABLE
JPEG	0,789

Fuente: Autores

Al realizar el análisis con los intervalos de peso los métodos LZW, Jpg2000, Run lengh Encode no son aplicables por la compatibilidad que debe existir en la visualización, mientras que el método bmp disminuye un 66.73% y el método jpg2000 un 90,64%.

Parámetros de Calidad

Intervalo 3 a 4

Numero de foja: 30

Figura 11: Parámetros de Calidad, intervalo 3 a 4

Método	Tamaño	Resolución		Profundidad de bits	Luminosidad		Canales de colores	
	Dimensiones	Horizontal	Vertical		Error número de	Error de desvi	Error número de	Error de desvi
Original	3148 *	381	381	24				

BMP	3148 *							
	4455	381	381	24	6168254	0,84307	83877929	2,16773
JPEG	706 *	381	381	24	n/a	n/a	n/a	n/a

Fuente: Autores

Intervalo 4 a 5

Numero de foja: 64

Figura 12: Tabla 11 Parámetros de Calidad, intervalo 4 a 5

Método	Tamaño(pí)	Resolución		Profundidad de bits	Luminosidad		Canales de colores	
	Dimensiones	Horizontal	Vertical		Error número de (Pixel)	Error de desvi	Error número de	Error de desviación
Original	3148 * 4455	381	381	24				
BMP	3148 * 4455	381	381	24	6463071	0,98181	8623893	2,37904
JPEG	706 *	381	381	24	n/a	n/a	n/a	n/a

Fuente: Autores

Intervalo 5 a 6

Numero de foja: 12

Figura 13: Parámetros de Calidad, intervalo 5 a 6

Método	Tamaño(pí)	Resolución		Profundidad de bits	Luminosidad		Canales de	
	Dimensiones	Horizontal	Vertical		Error número de (Pixel)	Error de desvi	Error número de	Error de desviación
Original	3148 * 4455	381	381	24				
BMP	3148 * 4455	381	381	24	7781560	1,03773	10901327	3,13718
JPEG	706 * 1000	381	381	24	n/a	n/a	n/a	n/a

Fuente: Autores

Intervalo 6 a 7

Numero de foja: 50

Figura 14: Parámetros de Calidad, intervalo 6 a 7

Método	Tamaño (píxeles)	Resolución		Profundidad de bits	Luminosidad		Canales de colores	
		Horizontal	Vertical		Error número de píxeles	Error de desviación	Error número de píxeles	Error de desviación
Original	3148 * 4455	381	381	24				
BMP	3148 * 4455	381	381	24	8305928	1,30351	11353489	4,13813
JPEG	706 * 1000	381	381	24	n/a	n/a	n/a	n/a

Fuente: Autores

Intervalo 7 a 8

Numero de foja: 10

Figura 15: Parámetros de Calidad, intervalo 7 a 8

Método	Tamaño (píxeles)	Resolución		Profundidad de bits	Luminosidad		Canales de colores	
		Horizontal	Vertical		Error número de píxeles	Error de desviación	Error número de píxeles	Error de desviación
Original	3148 * 4455	381	381	24				
BMP	3148 * 4455	381	381	24	8231706	1,5208	11001224	4,53075
JPEG	706 * 1000	381	381	24	n/a	n/a	n/a	n/a

Fuente: Autores

Intervalo 8 a 9

Numero de foja: 10

Figura 16: Parámetros de Calidad, intervalo 8 a 9

Método	Tamaño(Resolución		Profundidad de bits	Luminosidad		Canales de colores	
	Dimensiones	Horiz	Vert		Error número de (Pixel)	Erro de desvi	Error número de (Pixel)	Erro de desvi
Original	3148 *	381	381	24				
BMP	3148 *	381	381	24	8854540	1,67561	12049995	5,09043
JP	706 *	381	381	24	n/a	n/a	n/a	n/a

Fuente: Autores

Intervalo 9 a 10

Numero de foja: 10

Figura 17: Parámetros de Calidad, intervalo 9 a 10

Método	Tamaño(Resolución		Profundidad de bits	Luminosidad		Canales de colores	
	Dimensiones	Horiz	Vert		Error número de (Pixel)	Erro de desvi	Error número de (Pixel)	Erro de desvi
Original	3148 *	381	381	24				
BMP	3148 *	381	381	24	8854540	1,67561	12049995	5,09043
JP	706 *	381	381	24	n/a	n/a	n/a	n/a

Fuente: Autores

Al analizar los parámetros de calidad de imagen se utilizó el programa DiffImg con licencia Licencia Pública General de GNU versión 2.0 (GPLv2) que nos ayuda comparar los niveles de compresión y métodos de cálculo estadístico: La media de error, el error en luminosidad y canales de colores.

El método Bmp no pierde pixeles, resolución y en luminosidad, canales de colores tiene un error mínimo no perceptible al ojo humano, el método jpeg pierde pixeles, conserva su resolución, este método no permite comparar su luminosidad y canales de colores, debido a su pérdida de pixeles (dimensión).

Parámetros de Tiempo

Para la medición de los tiempos de carga se ha creado una página web donde las imágenes se dividen en comprimidas y sin compresión, se ha medido los diferentes valores y parámetros de carga que se obtienen con una conexión de 10mbs.

Al realizar el testeo de la página web con las imágenes originales se obtiene los siguientes valores:

Fuente: Autores

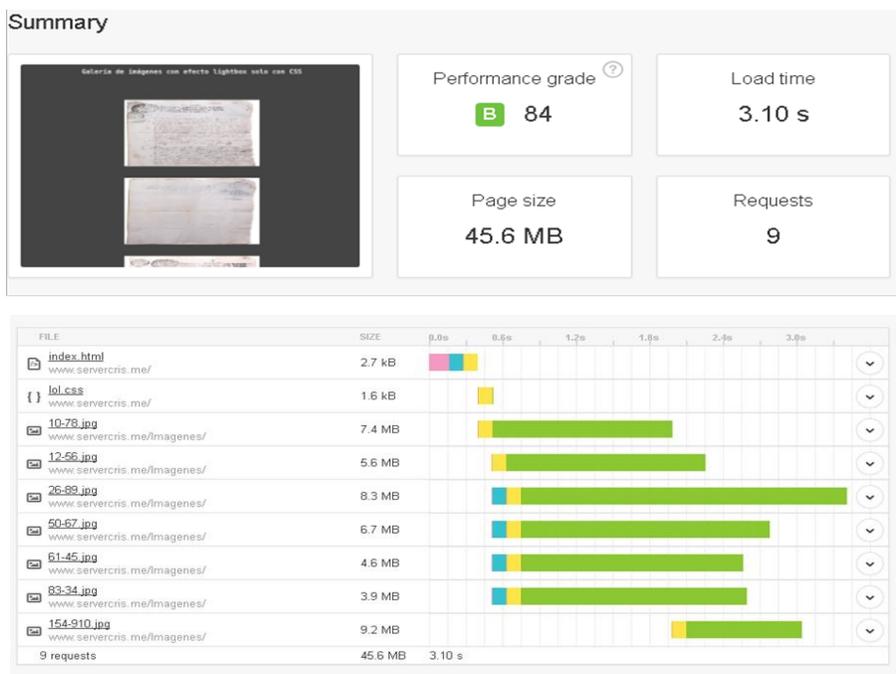


Figura 18: Parámetros de Tiempo imágenes originales

Dado los siguientes resultados BMP windos BitMap es el método escogido, ya que tiene una media de compresión de 66.73%, un tiempo estimado de carga de 1.30 segundos mostrada desde una galería, sin perder pixeles y resolución, con un error mínima de luminosidad y canales de colores.

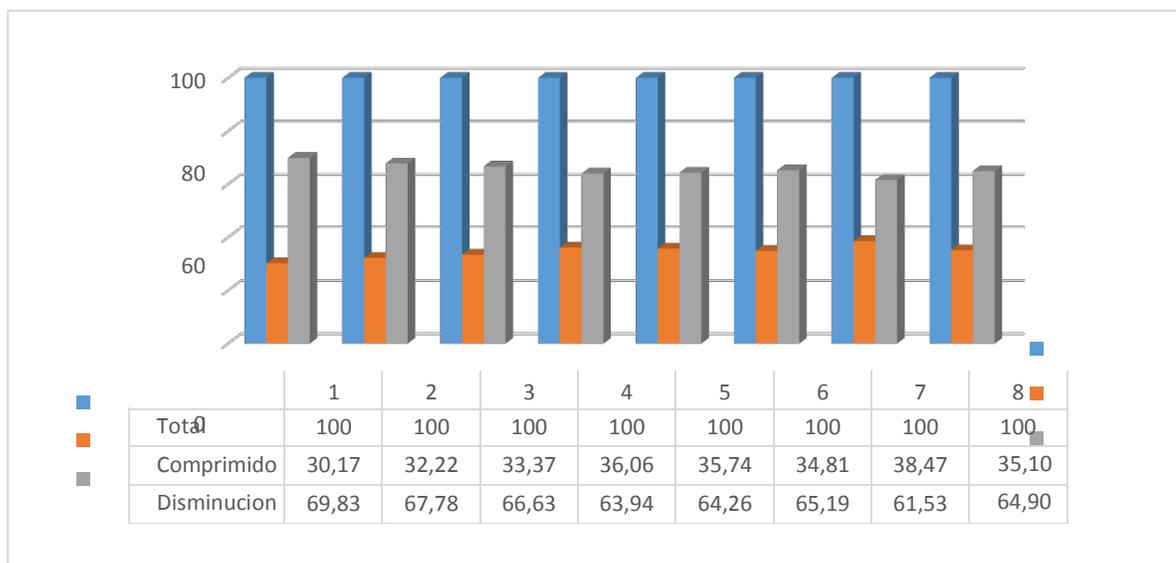
Comparativa de porcentaje de perdida BMP Windows Bitmap

Para nuestro modelo comparativo de porcentaje de perdida se ha tomado una muestra de 170 imágenes, las cuales han sido separadas por intervalos determinado por su peso en Mb, estas imágenes están distribuidas en intervalos de 3 a 4,4 a 5, 5 a 6,6 a 7, 7 a 8,8 a 9 y 9 a 10 la cuales se ha seleccionado una imagen por cada intervalo. Procediendo a comprimir las con BMP Windows BitMap con diferentes porcentajes de pérdida de 10, 30, 50, 90 por cada imagen seleccionada.

Analizando los resultados obtenidos el método BMP windos BitMap con un porcentaje de perdida 10% es el que alcanza mejores resultados, sin perder pixeles y resolución, con un error mínima de luminosidad, canales de colores no perceptibles al ojo humano.

Comparativa de muestra general

Figura 19: Grafico general



Fuente: Autores

Al aplicar el algoritmo de compresión en las imágenes que varían entre 3 MB a 10 MB se obtiene los siguientes valores: promedio de peso 2.23 mb.

Obteniendo una media de 65.50% de compresión de la imagen sin pérdida de dimensión, profundidad y resolución. Con perdida mínima de luminosidad y canales de color que no son perceptibles al ojo humano. (Anexo 2)

Comprobación de la hipótesis

La hipótesis planteada en esta investigación es:

¿El algoritmo para la compresión de imágenes permitirá optimizar la gestión en la plataforma web?

Al implementar el algoritmo de compresión de imágenes con los siguientes datos:

Número de imágenes muestra = 170.

Estimación de imágenes población = 500000

Tamaño promedio de imágenes = 6,39 MB.

Tamaño del almacenamiento del servidor = 2 TB.

Al analizar la gestión de la plataforma web se obtienen los siguientes datos:

Se desarrolló la aplicación web en visual studio .net 2015 con una base de datos SQL server 2014.

Con un servidor con las siguientes características:

CPU and Memory Información:

CP1: INTEL(R) XEON (R) CPU ES-2650 @ 2.0GHz(8 cores) CP2: INTEL(R) XEON (R) CPU ES-2650 @ 2.0GHz(8 cores) Manufacturer: HP

Espacio de almacenamiento: Eva 6000 de 2 Terabytes

Espacio

El alojamiento de las imágenes en el servidor sin aplicar el algoritmo de compresión:

$170 * 6,39 = 1086.3 \text{ MB} = 10,863 \text{ GB}$ (muestra)

$500000 * 6,39 = 3195000 \text{ MB} = 3195 \text{ GB}$ (3.195 TB). (Estimación para la población total)

Al aplicar el algoritmo con una compresión del 10% con las imágenes se obtiene un peso de:

$170 * 2.23 = 379.1 \text{ MB} = 3,791 \text{ GB}$. (Muestra)

$50000 * 2.23 = 1115000 \text{ MB} = 1115 \text{ GB}$ (1.115 TB). (Estimación para la población total)

Tiempo de carga

Tiempo estimado de carga de 0.4428 segundos por imagen original. Con un peso promedio de 6,39 MB.

Tiempo estimado de carga de 0.19 segundos por imagen aplicando el algoritmo de compresión al 10% de pérdida, con peso promedio de 2,23 MB.

Al analizar los datos obtenidos, se puede comprobar la hipótesis planteada para esta investigación considerando que al utilizar un algoritmo de compresión de imágenes permite la mejora de gestión de la plataforma web, en la optimización de espacio del disco de almacenamiento en 2,08 TB de un total de 500000 imágenes que constituye el 36%, y el tiempo de carga de visualización de 0,2528 segundos.

Referencia

1. (s.f.). Recuperado el 30 de Octubre de 2016
2. Menéndez, F. S. (2012). *Georreferenciación de Cartografía Vol. 1*. EOSGIS SL. Avid , R. G. (12 de junio de 2012). Digital Images Analysis. (H. srchive-ouvertes.fr, Ed.) *ECIPeru*, 63-63. Recuperado el 30 de noviembre de 2016, de <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-00707538/document>
3. Barajas a, S. (Junio de 2004). Protocolos de seguridad en redes inalámbricas.
4. *Tesis de la Universidad Carlos III de Madrid*, 5. Madrid, Madrid, España. Recuperado el 30 de Octubre de 2016
5. Brooks, S. (s.f.). <http://citeseerx.ist.psu.edu/>. Obtenido de <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.94.3777&rep=rep1&type=pdf>
6. C. A. (2012). *Cree su primer sitio web* (Primera ed.). (J. L. Lerman, Trad.) Barcelona: ENI. Recuperado el 10 de Noviembre de 2016, de <http://www.ediciones-eni.com>
7. C. P., D. A., & A. M. (2003). ESTUDIO DE VIABILIDAD DEL USO DE IMÁGENES COMPRIMIDAS EN PROCESOS DE CLASIFICACIÓN. *Teledeteccion y Desarrollo Regional* , 1-4.
8. García, J. L. (2009). *ALGORITMOS Y PROGRAMACIÓN* (Segunda ed.).

10. Colombia: Fundación Gabriel Piedrahita Uribe. Recuperado el 25 de
11. Octubre de 2016, de <http://www.eduteka.org/GuiaAlgoritmos.php>
12. La Serna, N. (2009). *Compresión de imágenes: Fundamentos, técnicas y formatos*. Peru: Universidad Nacional Mayor de San Marcos.
13. M. T., & S. B. (2007). Wavelet Image Compression : A Heuristic Approach to Space Frequency Quantisation. (Citeseer, Ed.) *Austalian Journal*, 20. Recuperado el 25 de octubre de 2016, de m.tabbara@pgrad.unimelb.edu.au
14. P. M., & E. E. (2005). *Fundamentos para el procesamiento de imágenes*. . Baja
15. California: Universidad Autónoma de Baja California.
16. Palero, R. J. (2011). *Estudio e Implementacion de la Transformada Wavelet para la Compresion de Imagenes y video*. lima.
17. Reddy, V. K. (2016). Review on Image Compression Techniques. *Department of*
18. *Information Technology*, 97.
19. Rosa, J. I. (1 de 4 de 2014). <https://www.researchgate.net>. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/261216628_Comparacion_de_Tres_Codificadores_para_Imagenes_Fijas_e_implementacion_en_Lenguaje_de_Alto_Nivel
20. SEO, G. d. (2015). *Oscar García*.
21. Wallace, G. K. (1991). <http://www-ee.eng.hawaii.edu/>. Obtenido de The JPEG Still Picture Compression Standard: http://www-ee.eng.hawaii.edu/~treed/EE416/Project_4/jpeg-wallace.pdf