



INFOTEC CENTRO DE INVESTIGACIÓN E  
INNOVACIÓN EN TECNOLOGÍAS DE LA  
INFORMACIÓN Y COMUNICACIÓN

DIRECCIÓN ADJUNTA DE INNOVACIÓN Y  
CONOCIMIENTO  
GERENCIA DE CAPITAL HUMANO  
POSGRADOS

# “Identificación de Autetificación de imágenes digitales”

IMPLEMENTACIÓN DE UN TRABAJO DE  
INVESTIGACIÓN Que para obtener el grado de  
MAESTRO EN CIENCIA DE DATOS E  
INFORMACIÓN

Presenta:

**José Florentino Chavira Sánchez**

Asesor:

**Dr. Edgar González Fernández**

Ciudad de México, junio, 2023

## **Autorización de impresión**

## Agradecimientos

Mi agradecimiento a mi familia, esposa e hijos, por tener la paciencia por entender mis inquietudes y por todo el tiempo no invertido en ellos. Agradezco sinceramente todo el apoyo que recibí de todos los profesores que estuvieron presentes y los que no también, ya que compartieron algo del vasto conocimiento que tienen y siguen acumulándolo todos los días. Especialmente agradezco al Dr. Edgar Gonzáles Fernández por toda la paciencia que tuvo para permitirme llegar a la conclusión de este trabajo. Agradezco a INFOTEC, por brindarme los recursos y herramientas necesarios para desarrollar este trabajo.

Principalmente a Dios, por haberme dado otra oportunidad para terminar satisfactoriamente este curso, a pesar de todas las adversidades que se presentaron.

## **Tabla de contenido**

**Introducción1**

**Capítulo 1. Procesamiento de imágenes2**

1.1 Introducción2

1.2. Transformaciones de intensidad.....2

1.2.1 Tratamiento de Histogramas y gráfica de funciones.....

1.4. Restauración de imágenes

1.3 Procesamiento de imágenes a color

**Capítulo 2. Estado del Arte6**

2.1 6

2.1.1 7

**Capítulo 3. Autenticación de imágenes mediante la detección de rastros de desmosificación 2**

3.1 Introducción3

3.2 Algoritmos de Demosaicing3

3. 3 Detección de rastros de demosaicing.....11

3.4 Experimentación.....

**Conclusiones12**

**Bibliografía13**

**ANEXO 115**

**Índice de términos16**

## Índice de figuras

## Índice de gráficos

## Índice de cuadros



## Siglas y abreviaturas

[illegible]

## Glosario

### “A”

**Aenean:** Sollicitudin sem lorem, nec tristique lacus auctor in. Etiam luctus purus non dui fringilla tempor. Suspendisse euismod urna id nisl cursus, nec tincidunt lacus sagittis. Sed mollis sem mattis ligula rutrum scelerisque. Ut mattis condimentum blandit. Curabitur ipsum mauris, ullamcorper non accumsan id, eleifend id velit. Nunc at semper massa, sit amet pellentesque metus. Pellentesque pulvinar eget mauris sit amet dapibus. Integer vel lorem ut sem pretium semper vel at est. Aenean vitae varius libero. Sed accumsan nisl eu nulla consectetur fringill.

### “B”

**Blandit:** Aenean laoreet ligula massa, ut varius lorem convallis ut. Integer at libero neque. Donec vestibulum neque in efficitur iaculis. Donec eros eros, porta suscipit auctor et, rutrum ut tortor.

### “C”

**Congue:** Quam nibh convallis mauris, et tincidunt massa dolor maximus mauris. Fusce pretium lectus vitae aliquet aliquet. Fusce elit ligula, cursus eu velit eu, maximus tempus lorem.



## Introducción

# Capítulo 1

## Tratamiento de imágenes digitales



The background of the page is a complex, abstract design. It features a large, stylized gear or cogwheel on the left side, composed of concentric circles and radial lines. To the right of the gear, there are several dashed lines forming geometric shapes, including a hexagon and a larger, more complex polygon. There are also several small, solid shapes, such as rectangles and triangles, scattered throughout the design. The overall color scheme is light gray and white, with the text in a dark blue color.

## Capítulo 1. Tratamiento de imágenes digitales

### 1.1 Introducción

#### 1.1.1

## Capítulo 2 Estado del Arte

## Capítulo 2. Estado del Arte

### 2.1 Artículos relacionados

Existen varios métodos para autenticar la fuente de una imagen digital. Con la marca de agua activa [4], se altera una imagen para que lleve un mensaje de autenticación por el dispositivo de captura de imágenes. Posteriormente, el mensaje se puede extraer para verificar el origen de la imagen. Desgraciadamente, este método requiere una coordinación entre la inserción y la extracción de la marca de agua. A diferencia del enfoque activo, los métodos estadísticos se para caracterizar la diferencia entre imágenes fotorrealistas generadas por ordenador (PRCG) y imágenes fotográficas (PIM). Por ejemplo, en [5] se extrae de las imágenes un conjunto de características wavelet para formar un modelo estadístico de PRCG y PIM, y la clasificación se realiza con técnicas estándar de aprendizaje automático.

En [10], se demuestra que las características geométricas y físicas también son eficaces para clasificar entre PRCG y PIM. En esencia, ambos enfoques son eficaces debido a la falta de perfección de la infografía de última generación. Por ejemplo, en [6] se observa que los PRCG contienen bordes inusualmente afilados y límites de oclusión. Una explicación razonable es que las imperfecciones como la suciedad, las manchas y las muescas que son omnipresentes en las escenas reales son difíciles de simular. Es mucho más fácil crear un gráfico por ordenador de una oficina que la imagen de esa oficina tras una década de desgaste. En cualquier caso, a medida que el campo de los gráficos por ordenador madura con un modelado más realista de los detalles de la escena y modelos de iluminación más realistas, parece razonable suponer que las diferencias estadísticas entre las escenas reales y las generadas por ordenador disminuirán.

Mientras tanto, los investigadores han demostrado recientemente que cuando una imagen se remuestrea mediante interpolación, las huellas estadísticas del

remuestreo se incrustan en la propia señal de la imagen [7, 8, 9]. En [7], la firma se recupera aplicando un operador laplaciano a la imagen. El Laplaciano que tiene una varianza mayor en las posiciones correspondientes a las posiciones de los píxeles en la imagen original no interpolada, este patrón se recupera con el análisis de Fourier.

### **2.1.1**



# Capítulo 3

## Autenticación de Imágenes



## Capítulo 3. Autenticación de imágenes mediante la detección de rastros de desmosificación

Una imagen digital en color consta de tres canales que contienen muestras de diferentes bandas del espectro de color, por ejemplo, rojo verde y azul. Sin embargo, la mayoría de las cámaras digitales están equipadas con un único sensor CCD o CMOS y capturan imágenes en color mediante una matriz de filtros de color (CFA). La mayoría de los CFA emplean tres filtros (rojo, verde y azul) colocados sobre cada elemento del sensor. Dado que sólo se graba una muestra de color en cada posición de píxel, las otras dos muestras de color deben estimarse a partir de las muestras para obtener una imagen en color de tres canales. La estimación de las muestras de color que faltan se denomina interpolación CFA o demosaico.

Los métodos de demosaico más sencillos son los basados en kernel, que actúan sobre cada de forma independiente (por ejemplo, interpolación bilineal o bicúbica). Los algoritmos más sofisticados interpolan los bordes de forma diferente a las zonas uniformes para evitar que se desdibujen las características más destacadas de la imagen. Independientemente de la implementación específica, la interpolación CFA introduce correlaciones estadísticas específicas entre un subconjunto de píxeles en cada canal de color. Dado que los filtros de color de un CFA suelen estar en un patrón periódico, estas correlaciones son periódicas. Al mismo tiempo, es poco probable que los píxeles originales grabados presenten las mismas correlaciones periódicas. Por ello, estas correlaciones pueden utilizarse como un tipo de firma digital. Si se conoce la forma específica de las correlaciones periódicas, entonces sería sencillo determinar qué píxeles están correlacionados con sus vecinos. Por otra parte, si se conoce qué píxeles están correlacionados con sus vecinos, las formas específicas de las correlaciones pueden determinarse fácilmente. En la práctica, por supuesto, no se conoce ninguna de las dos cosas.[1]

### 3.1 Introducción

Una imagen en color mide la cantidad de luz en cada parte del espectro visible para cada píxel. Una imagen en color típica de ordenador registra tres valores para cada píxel: Rojo, Verde y Azul (RGB). Una cámara digital que graba una imagen en color para representar una escena debe medir los valores R, G, B en cada píxel para representar completamente la escena. Para ello se necesitan tres sensores en cada lugar. Esto sería complicado y caro de implementar. Una cámara digital típica de bajo coste, una única matriz de sensores CMOS o CCD captura los colores de la escena, es decir, cada píxel del sensor detecta un único canal de color, verde, rojo o azul. Esta disposición se denomina matriz de filtros de color (CFA). Bayer [2] introdujo el patrón CFA más popular. En esta disposición, la densidad de las muestras verdes es el doble que la de los componentes de color rojo y azul. Los colores que faltan se interpolan para reconstruir la imagen a todo color. La matriz CFA de Bayer que se muestra en la Fig. 1 se utiliza ampliamente, aunque en la literatura se han propuesto varios CFA. Los filtros verdes están en cuadrícula quincunx (entrelazados) y los filtros rojos y azules rellenan los espacios vacíos. El resto del conjunto de sensores se compone repitiendo este patrón horizontal y verticalmente en las dimensiones espaciales. Este CFA básicamente hace submuestras de la imagen a todo color con un 50 % de verde, 25 % de rojo y 25 % de azul de la imagen original.

#### 3.1.1

# Conclusiones



## Conclusiones

## Bibliografía

- [1] Farid, H. (2009). Image forgery detection. IEEE Signal Processing Magazine, 26(2):16–25
- [2] Bayer, B.E.: Color imaging array. US Patent 3,971,065 (1976).
- [3] RajaRao, C. et al. (2015). Single Sensor Color Filter Array Interpolation Algorithms. Springer India 2015 J.K. Mandal et al. (eds.), Information Systems Design and Intelligent Applications, Advances in Intelligent Systems and Computing 340, DOI 10.1007/978-81-322-2247-7\_3
- [4] V. Potdar, S. Han, and E. Chang. A survey of digital image watermarking techniques. Proc. Industrial Informatics, 2005.
- [5] S. Lyu and H. Farid. How realistic is photorealistic? IEEE Transactions on Signal Processing, 2005.
- [6] T.-T. Ng, S.-F. Chang, J. Hsu, L. Xie, and M.-P. Tsui. Physics-motivated features for distinguishing photographic images and computer graphics. In Proc. ACM MM, 2005
- [7] A. Gallagher. Detection of linear and cubic interpolation in JPEG compressed images. In Proc. CRV, 2005.
- [8] A. Gallagher. Method for detecting image interpolation. U.S. Patent 6,904,180, 2005.
- [9] A. Popescu and H. Farid. Exposing digital forgeries by detecting traces of resampling. IEEE Trans. on Signal Processing, 2005

**ANEXOS**

## ANEXO 1



## Índice de términos

### “A”

Aliquam.....12

### “B”

Blandit.....3

### “C”

Consectetur.....7

### “D”

Donec.....12