

Esteganografía: Sustitución LSB 1 bit utilizando Matlab

Mg. Ing. Gustavo Rodríguez Medina¹, Mg. Ing. G. Sergio Navas²

Gabinete de Computación / Fac. de Ingeniería / Univ. Nacional de San Juan^{1,2}

Av. Libertador Gral. San Martín 1109 (oeste) – San Juan
0264 – 4211700 (Int. 285¹ / 435²)

grodriguez@unsj.edu.ar¹, snavas@unsj.edu.ar²

Resumen

Existen diferentes técnicas a través de las cuales se puede ocultar información (mensaje digital) en un portador, con el fin de ser enviado a un receptor, y que el hecho pase inadvertido para terceros.

Los portadores preferidos para implementar esteganografía son los de tipo multimedia (video, imagen, sonido). El presente tratado se enfoca particularmente en portadores imagen BMP de 24bpp.

Entre las técnicas se encuentra la de Sustitución de bits, y a su vez, la más conocida es la de sustitución del bit menos significativo, cuya sigla se conoce como "LSB 1 bit"¹.

Si bien, esta técnica puede implementarse desarrollando un programa de computación en cualquier lenguaje de programación, se ha encontrado que utilizando el Software matemático Matlab, y a través de su lenguaje de programación, se obtienen algunas ventajas con respecto al resto. Estas ventajas están dadas por la forma en que Matlab opera con las imágenes (matricialmente).

En este trabajo se expone la implementación de la técnica esteganográfica de Sustitución LSB 1 bits desarrollado en Matlab, haciendo uso de herramientas disponibles para el procesamiento de

imágenes. El que resulta ser de bastante utilidad a los fines de desarrollar una herramienta de Esteganografía aplicada.

Palabras clave:

Esteganografía, Sustitución LSB 1 bit, Implementación en Matlab.

Contexto

El presente trabajo expone de manera resumida uno de los trabajos abordados en el marco de la tesis "*Estudio, análisis, desarrollo y propuestas de algoritmos para la selección óptima de métodos de sustitución en aplicaciones esteganográficas*", para la Maestría en Informática de la Universidad Nacional de la Matanza, bajo la dirección de docentes/investigadores de esa Universidad y de la Universidad Nacional de San Juan.

Introducción

Un Portador imagen puede ser utilizado para ocultar, a la vista de intrusos, cualquier mensaje u objeto software (archivo), codificándolo como sutiles cambios en los colores de los píxeles (sus componentes RGB) que no deben ser percibidos por el ojo humano; de tal forma que el Portador que contiene el mensaje,

¹ LSB: *Least Significant Bit*

o "Estegoportador", pueda ser transmitido, sin que sea detectado el hecho, para luego aplicar el proceso inverso (decodificación) de modo que el receptor pueda recuperar y disponer del Mensaje enviado [1].

En general, cualquier archivo multimedia contiene áreas de datos poco significativas. Esas áreas se pueden sustituir por otros datos, realizando cambios que son imperceptibles a la claridad visual (o auditiva) humana [2].

Esto permite encubrir información de interés dentro de un archivo Portador, haciendo que el mismo parezca igual al original. El método² *LSB 1 bit* consiste en alterar el **bit menos significativo** de los bytes componentes de color del Portador, siendo ésta la razón de la denominación de la técnica "*Least Significant Bit*". La teoría indica que con la sustitución del bit "menos significativo" el ojo y oído, según el portador, no serán capaces de detectar los cambios.

En general los métodos de sustitución, y en particular LSB, son más efectivos si los archivos portadores tienen mucho "ruido", en el sentido de que las imágenes tengan bruscos cambios de color entre pixeles adyacentes, siendo lo opuesto a tener imágenes con amplias áreas de color uniforme [2].

Una característica importante, es que el método de sustitución LSB no incrementa el tamaño del archivo portador [3], y dependiendo del porte del Mensaje a ocultar, puede causar cambios significativos en el espectro de color del Portador respecto a la versión original, lo que puede no ser perceptible pero si detectable bajo análisis espectral y/o estadístico [2].

En el presente trabajo se opera con imágenes bitmap BMP de 24 bpp de pro-

fundidad de color, para el caso del Portador.

Forma habitual de implementar LSB 1 bit:

Para entender mejor la forma general en la cual se implementa la técnica base de sustitución 1 bit, se debe observar la figura 1. En ésta, se aprecia que de cada byte del mensaje se extrae cada bit, y éste a su vez es insertado en cada bit menos significativo de cada componente de color RGB, o en cada byte, que conforma a cada uno de los pixel de la imagen portadora. La figura 1 hace referencia a pixeles de una imagen portadora BMP de 24 bits.

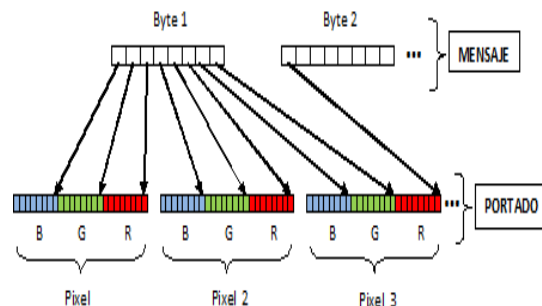


Figura 1. Implementación habitual LSB 1 bit.

Es importante tener en cuenta que cuando se opera sobre una imagen desde su archivo binario, el orden de los bytes que representa a las componentes R, G y B de cada pixel, presentan el orden B, G y R. Ese orden es el que se muestra en la figura 1 por tratarse de la descripción genérica del esquema de implementación de la técnica, y es la forma en que se encuentra descrita en la mayor parte de la literatura y antecedentes recopilados. Corresponde con el orden que presenta cada uno de las componentes de color cuando se lee una imagen byte a byte desde su almacenamiento en disco. Siendo también el mismo orden de canales (B, G y R) en

² En este trabajo se hace mención a Método y a Técnica de manera indistinta.

el que se opera cuando se manipula la imagen desde un programa escrito en cualquiera de los lenguajes habituales de programación.

Manipulación de imágenes como matrices en Matlab:

Matlab es un software matemático que ofrece un entorno de desarrollo integrado (IDE) con un lenguaje de programación propio (lenguaje M). Está disponible para las plataformas Unix, Windows y Apple Mac OS X. [4].

Está orientado para llevar a cabo computaciones numéricas casi de todo tipo, pudiendo manipular vectores y matrices tanto reales como complejas con funciones y fórmulas de variadas ramas de la matemática. Matlab se compone de un programa básico y un conjunto de *Toolbox* para labores más especializadas [4].

La ventaja de operar imágenes con Matlab, es que las mismas se cargan al entorno de trabajo en forma de matrices, y dado que este software está orientado a aplicar toda su potencialidad de cálculo a las matrices, es que resulta una herramienta poderosa para la manipulación y procesamiento matemático; además de poder procesarse digitalmente las imágenes a través del *Toolbox de Procesamiento de imágenes* con el que cuenta (por ej. aplicar filtros, mascarar, etc.).

Para el presente trabajo, las imágenes de 24 bpp. son representadas en Matlab por una matriz tridimensional de $m \times n \times p$, donde m y n representan el alto y el ancho de la imagen respectivamente, y p el plano de color RGB. En Matlab el plano p se asocia con el valor "1", para el plano o canal de color Rojo, el valor "2" con el color Verde y el valor "3" con el color Azul.

En la figura 2 se observa la descomposición de una imagen de 24 bpp en 3 planos de color.

También, indica que una imagen que se lee desde Matlab y se carga en su

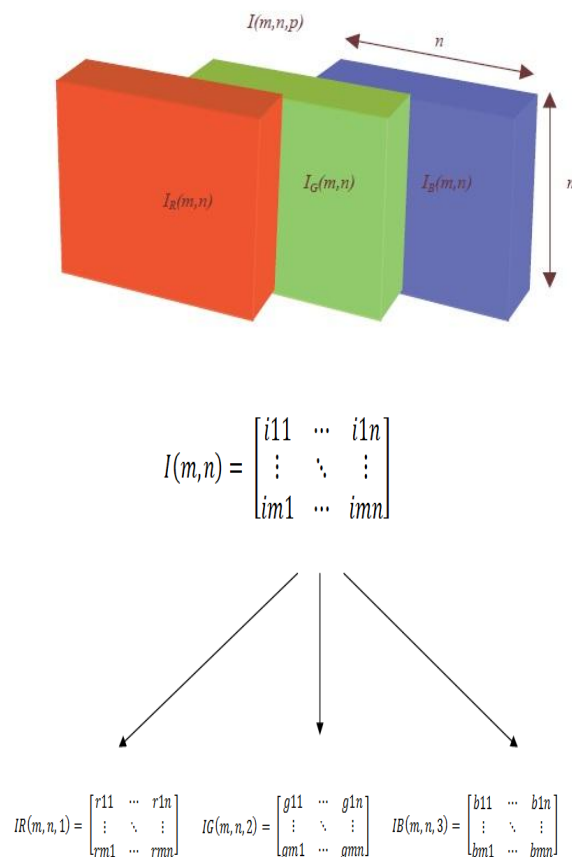


Figura 2. Operatoria de imágenes en Matlab

entorno de trabajo, genera una matriz a la cual se le ha denominado "I", la que a su vez se descompone en 3 matrices, IR, IG e IB, cada una de éstas corresponde a los planos de color R, G y B, respectivamente.

Implementación de LSB 1 bit en Matlab:

Según lo expuesto en "Formo habitual de implementar LSB 1 bit", se vio que en el caso de trabajar a las imágenes en forma *No Matricial* (forma habitual que se expone la técnica en la mayoría de los antecedentes estudiados y que se opera con las imágenes cuando no se utiliza Matlab), el orden de dichos canales de color, que componen los pixeles es B, G y R. El esquema de implementación general

de la técnica LSB 1 bit, mostrado en la figura 1 responde justamente a la operatoria con imágenes de forma No Matricial. Por lo cual para adecuarlo al presente trabajo y poder realizar la implementación algorítmica en Matlab, se hace una pequeña modificación en dicho esquema, resultando el de la figura 3.

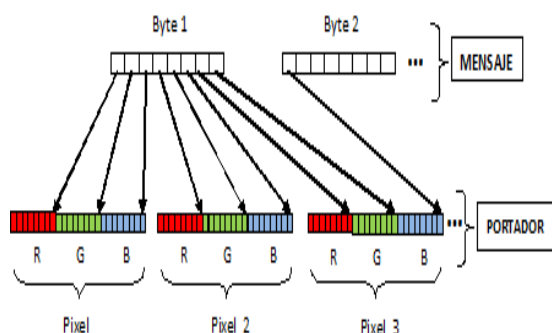


Figura 3. Implementación LSB 1 bit en Matlab.

La diferencia presentada entre las figuras 1 y la figura 3, si bien gráficamente exponen simplemente un cambio en el orden de las componentes R, G y B que constituyen cada píxel, deben ser tenidas en cuenta para la implementación algorítmica de la técnica, como así también en el proceso inverso de recuperación o de decodificación del Mensaje oculto en el Portador.

Se aclara que tal modificación no representa una redefinición de la técnica, sino una adaptación que permita la implementación en Matlab en el marco del presente trabajo.

Líneas de Investigación, Desarrollo e Innovación

La línea de investigación corresponde a la temática de *Esteganografía*, la que se enmarca en el área de Seguridad Informática. En este sentido, los autores del presente trabajo han elaborado dos tesis de Maestría, como así también la publica-

ción de resultados en diferentes congresos.

Los resultados obtenidos desde el año 2006, aportan estudios y desarrollos innovadores en el área.

Cabe destacar que en el mes de octubre de 2015, fue defendido el trabajo de tesis titulado "*Estudio, análisis, desarrollo y propuestas de algoritmos para la selección óptima de métodos de sustitución en aplicaciones esteganográficas*".

Resultados y Objetivos

Se ha desarrollado en Matlab una función denominada *LSB1()*, a través de un archivo ".m", que implementa el algoritmo de la técnica de Sustitución LSB 1 bit, operando a la imagen Portadora como una matriz $m \times n$, siendo m y n el alto y ancho respectivamente de la imagen BMP de 24 bpp.

El llamado de dicha función, desde la línea de comandos de Matlab, como primer paso solicita al usuario que busque y seleccione (a través de una ventana emergente) a la imagen portadora elegida (la que debe ser de formato BMP de 24 bpp.) como así también al archivo Mensaje (el que puede ser de cualquier tipo). Luego la función desarrollada aplica el algoritmo de sustitución LSB 1 bit implementado, generando como resultado la presentación gráfica por pantalla de la imagen Portadora seleccionada, como también a la imagen Estegoportadora.

A modo de ejemplo se presenta el resultado generado por el algoritmo implementado en la función *LSB1()*. Se elige como Portador a la imagen "*Mariposa.bmp*" de 712x475 píxeles, y como Mensaje al archivo imagen "*atardecer.jpg*" de 36.151 bytes. Este último no se expone en este trabajo debido a la limitación respecto a la cantidad de hojas permitidas para el artículo.

La visualización generada de ambas imágenes durante la ejecución de la función, es a los fines de poder comparar visualmente y analizar si se percibe alguna diferencia entre ellas. En este trabajo no se expone la imagen Portadora, debido que para esta técnica entre la imagen Portadora y la Estegoportadora no presentan efectos visuales perceptibles a simple vista (resultado deseado).

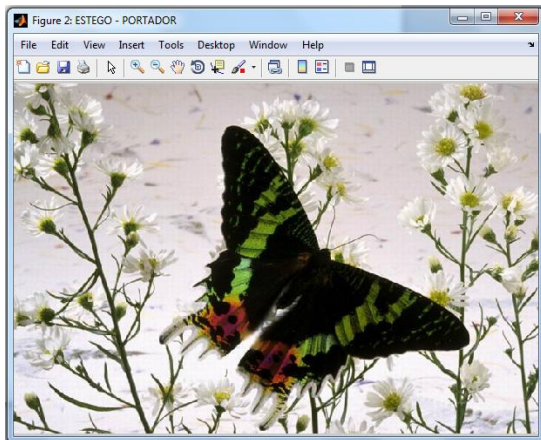


Figura 4. Estegoportador obtenido.

En la figura 4 se presenta a la imagen Estegoporador, de la cual no se advierte ninguna marca o diferencia con respecto a la imagen original (portador), lo cual es el objetivo buscado en la esteganografía orientada a comunicaciones encubiertas.

En la figura 5 se ha aplicado un filtro y realce al efecto esteganográfico de la imagen con el fin de poder visualizar los pixeles afectados para observar el trabajo de sustitución (a modo demostrativo).

Se puede apreciar en la figura 5, en su parte superior, una franja con pixeles coloreados, los que representan a la sustitución del bit menos significativo de cada plano de color correspondiente al Portador, por todos los bits que forman al Mensaje. Se debe recordar que este efecto es exagerado a los fines demostrativos del ejemplo.

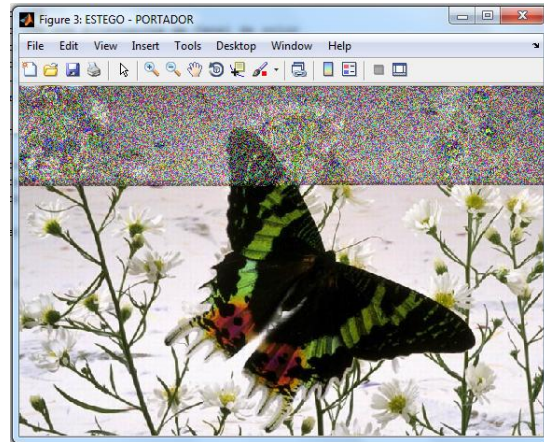


Figura 5. Estegoportador con filtro y realce del efecto de sustitución.

El algoritmo implementado en esta función de Matlab ha sido testado a través de numerosas pruebas, obteniendo excelentes resultados. Cabe destacar que este algoritmo ha servido como base para el desarrollo e implementación de variantes a esta técnica. También ha sido ampliamente utilizado durante el desarrollo de la Tesis de Maestría en Informática del autor principal del presente trabajo.

No se expone el algoritmo por el limite de espacio permitido para el artículo.

Formación de Recursos Humanos

En la temática de Esteganografía se viene trabajando desde el año 2005.

Durante el año 2006, el segundo autor de este trabajo defendió su Tesis de Maestría denominada “*Exploración de efectos esteganográficos sobre portadores imagen de mapa de bits utilizando diferentes técnicas y algoritmos*”.

En octubre de 2015, el autor principal del presente trabajo defendió su Tesis de Maestría titulada “*Estudio, análisis, desarrollo y propuestas de algoritmos para la selección óptima de métodos de sustitución en aplicaciones esteganográficas*”.

Referencias

[1] C. Gustavo Rodriguez M. Estudio, análisis, desarrollo y propuestas de algoritmos para la selección óptima de métodos de sustitución en aplicaciones esteganográficas. Argentina. Univ. Nacional de la Matanza – Escuela de Posgrado. 2015.

[2] G. S. Navas. Exploración de efectos Esteganográficos sobre portadores imagen de mapa de bits utilizando diferentes técnicas y algoritmos. Argentina. Univ. Nacional de la Matanza – Escuela de Posgrado. 2006.

[3] Abbas Cheddad, Joan Condell, Kevin Curran, Paul McKeivitt. Digital image steganography: Survey and analysis of current methods [en línea]. El Sevier (Ed), Journal of Signal Processing, 90(3), 727-752, marzo 2010. [Citado 12 Junio 2014].

Disponible en World Wide Web:
<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0165168409003648>

[4] Mathworks. Ayuda en línea de Matlab [en línea]. Estados Unidos.. 1994 - 2015.
Disponible en World Wide Web:
<http://www.mathworks.com/>