Instituto Federal de Brasília

Disciplina: Processamento Digital de Imagens

Professor: Raimundo Vasconcelos

Aluno(a): Cinthia Mie Nagahama Ungefehr

Relatório: Esteganografia

1. Introdução

Da origem grega, *estegano* - esconder e *grafia* = escrita, a palavra esteganografia se refere à arte da escrita escondida, ao ato de ocultar mensagens em outros meios.

Sempre com o objetivo de permitir o compartilhamento de informações de forma discreta, a esteganografia se mostrou através da história humana por meio de diversas formas: tintas invisíveis, micropontos, arranjo de caracteres (*character arrangement*), imagens com informações escondidas.

Esse último caso, é o que será abordado no presente trabalho. Mais especificamente utilizando-se da técnica LSB (*Least Significant Bit*). Essa técnica consiste na alteração do bit menos significativo de cada pixel de uma imagem para esconder uma informação.

Nesse trabalho será implementado um programa na linguagem Python com a ajuda da biblioteca OpenCV para codificação e decodificação de mensagens de texto em imagens no formato PNG (*Portable Network Graphics*). Para teste será utilizado o WSL2 (*Windows Subsystem for Linux*) com distribuição linux Ubuntu 20.04.

2. Codificar

Para codificar a imagem foi criado o programa *encode.py* que deve ser executado com os seguintes argumentos:

```
python3 encode.py -e <nome da imagem de entrada> -s <nome da imagem de
saída> -m <arquivo com a mensagem secreta> -b <valor do plano de bits>
```

Para teste, uma das imagens utilizadas foi:

com a seguinte mensagem:

```
0987654321

segredo shhhh

É mt secreto!

Não conta pra ninguém

!@#$%äüï&*
```

A função *encode()*, mostrada a seguir, é a responsável por guiar o processo de codificação da imagem.

```
def encode():
    [og_image_name, text_file_name, bits_plan, out_image_name] =
get_args(sys.argv[1:])

    og_image = get_image(og_image_name)
    og_image = cv2.cvtColor(og_image, cv2.COLOR_BGR2RGB)

    with open(text_file_name) as f:
        message = convert_to_binary(f.read() + ";;;;;")

    new_image = hide_message(og_image, bits_plan, message)

    og_image = cv2.cvtColor(og_image, cv2.COLOR_RGB2BGR)
    new_image = cv2.cvtColor(new_image, cv2.COLOR_RGB2BGR)
    show_images("Imagem original", og_image, "Imagem modificada",
new_image)
```

```
    save_image(out_image_name, new_image)

    canal = {"0": "Vermelho", "1": "Verde", "2": "Azul", "3": "Todos"}
    print(f"canal modificado: {bits_plan} -> {canal[str(bits_plan)]}")
```

Primeiramente, com o seguinte trecho de código, extrai-se os valores dos argumentos: nome da imagem original localizada no mesmo diretório que o programa, nome do arquivo onde está o texto a ser escondido, o plano de bits a ser alterado e o nome da imagem codificada, respectivamente.

```
[og_image_name, text_file_name, bits_plan, out_image_name] =
get_args(sys.argv[1:])
```

Em seguida, a imagem original é importada para o programa e, para facilitar a localização do plano de bits a ser alterado, altera-se o formato BGR (*Blue-Green-Red*) nativo do OpenCV para o formato RGB (*Red-Green-Blue*).

```
og_image = get_image(og_image_name)
og_image = cv2.cvtColor(og_image, cv2.COLOR_BGR2RGB)
```

No passo seguinte extrai-se a mensagem secreta do arquivo de texto e adiciona-se um delimitador, que servirá para indicar o fim da mensagem. Depois disso, converte-se a mensagem para binário com a função *convert_to_binary()* mantendo um formato de 8 bits para cada caracter.

```
with open(text_file_name) as f:
    message = convert_to_binary(f.read() + ";;;;;")
```

```
def convert_to_binary(message):
    if type(message) == str:
        return ''.join([format(ord(letter), "08b") for letter in message])
    elif type(message) == bytes or type(message) == np.ndarray:
        return [format(i, "08b") for i in message]
    elif type(message) == int or type(message) == np.uint8:
        return format(message, "08b")
    else:
        raise TypeError("Tipo de dado não aceito")
```

Então, utiliza-se a função *hide_message()* para esconder a mensagem no bit menos significativo (LSB) do plano de bits escolhido.

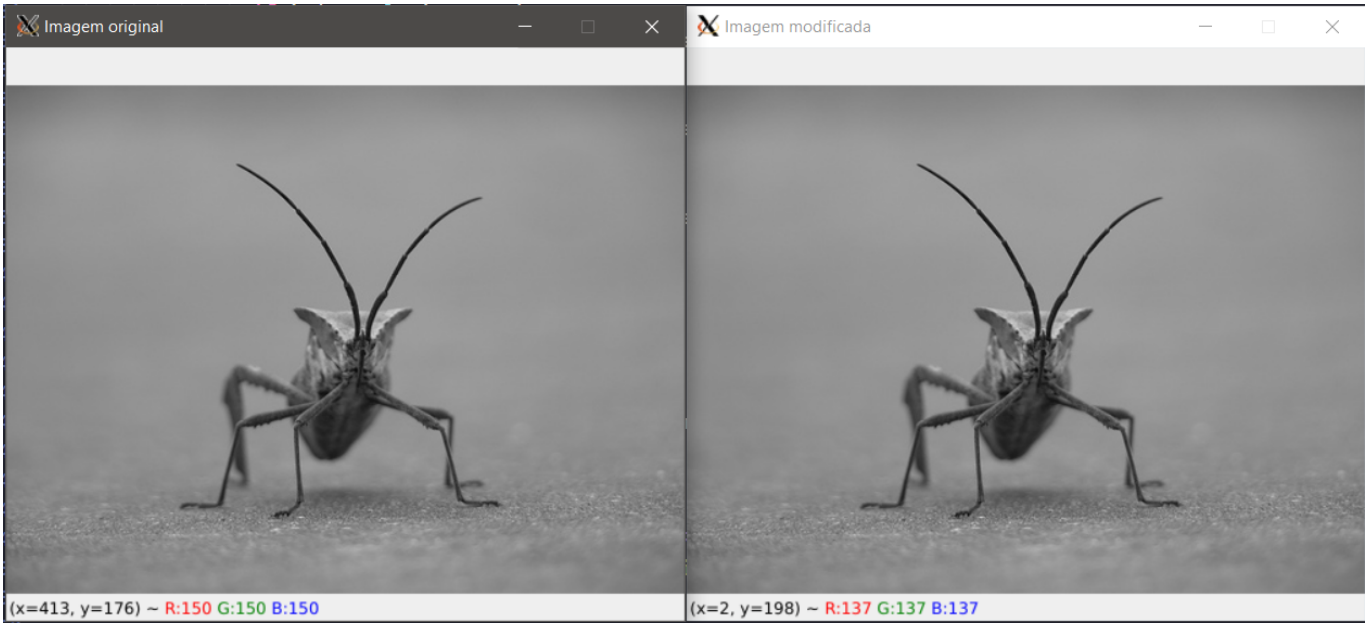
```
new_image = hide_message(og_image, bits_plan, message)
```

a função *hide_message()* primeiro checa se a mensagem cabe no plano de bits escolhido ou na imagem como um todo se todos os planos de bits tiverem sido escolhidos. Em seguida, dentro dos laços aninhados converte-se os valores do pixel em questão em um binário e troca-se, em seguida, o bit mais a direita por um bit da mensagem a ser escondida. Quando toda a mensagem for escondida na imagem, retorna-se a imagem alterada para a função *encode()*.

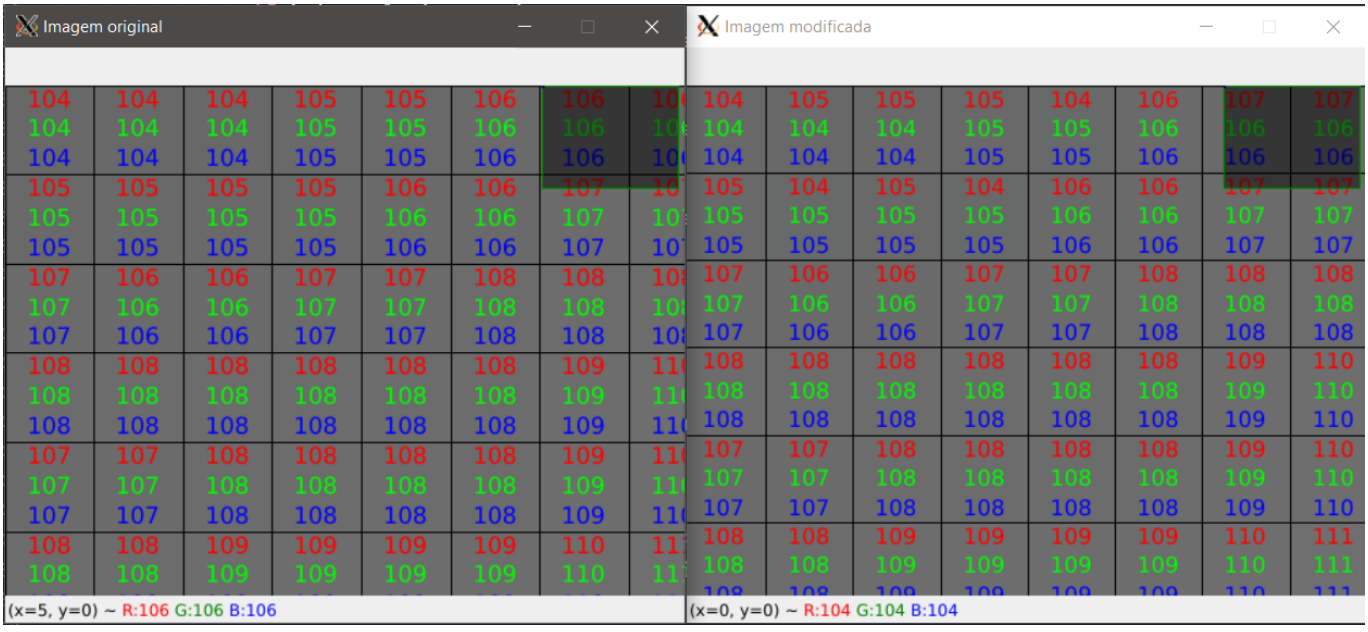
```
def hide_message(image, bits_plan, message):
    max_size = image.shape[0] * image.shape[1]

    if (bits_plan < 3) & (len(message) > max_size):
        raise ValueError(
            "A mensagem é grande demais para o plando de bits escolhido")
    elif len(message) > (max_size * 3):
        raise ValueError("A mensagem é grande demais para a imagem
escolhida")

    index = 0
    len_message = len(message)
    new_image = image.copy()

    if(bits_plan < 3):
        for values in new_image:
            for pixel in values:
                rgb = dict(zip(["0", "1", "2"], convert_to_binary(pixel)))

                pixel[bits_plan] = int(
                    rgb[str(bits_plan)][:-1] + message[index], 2)
                index += 1

                if index >= len_message:
                    return new_image
    else:
        for values in new_image:
            for pixel in values:
                rgb = dict(zip(["0", "1", "2"], convert_to_binary(pixel)))

                if index < len(message):
                    pixel[0] = int(rgb["0"][:-1] + message[index], 2)
                    index += 1
                if index < len(message):
                    pixel[1] = int(rgb["1"][:-1] + message[index], 2)
                    index += 1
                if index < len(message):
                    pixel[2] = int(rgb["2"][:-1] + message[index], 2)
                    index += 1

                if index >= len_message:
                    return new_image
```

De volta a função *encode()*, converte-se ambas as imagens para o formato BGR para que se possa exibir ambas as imagens.

```
og_image = cv2.cvtColor(og_image, cv2.COLOR_RGB2BGR)
new_image = cv2.cvtColor(new_image, cv2.COLOR_RGB2BGR)
show_images("Imagem original", og_image, "Imagem modificada", new_image)
```



Dando zoom nas imagens, é possível ver os valores que foram alterados no canal vermelho.



As imagens podem ser fechadas clicando no "x" da janela da imagem ou clicando a tecla "q" no teclado. Após se fechar as imagens, o programa continua, salvando a imagem alterada e imprimindo no terminal o canal modificado.

```
save_image(out_image_name, new_image)
```

```
canal = {"0": "Vermelho", "1": "Verde", "2": "Azul", "3": "Todos"}
print(f"canal modificado: {bits_plan} -> {canal[str(bits_plan)]}")
```

3. Decodificar

Para decodificar uma mensagem escondida em uma imagem, foi criado o programa *decode.py* que deve ser chamado com os seguintes argumentos: nome da imagem que foi modificada, nome do arquivo onde escrever a mensagem secreta e plano de bits que foi alterado.

```
python3 decode.py -i <nome da imagem de entrada> -a <nome do arquivo de
saída> -b <valor do plano de bits>
```

Assim como o programa de codificação, o programa de decodificação tem uma função que guia o processo, essa é a função *decode()*.

```
def decode():
    [image_name, text_file_name, bits_plan] = get_args(sys.argv[1:])

    mod_image = get_image(image_name)
    mod_image = cv2.cvtColor(mod_image, cv2.COLOR_BGR2RGB)

    message = find_message(mod_image, bits_plan)

    with open(text_file_name, "w") as f:
        f.write(message)
```

Iniciando de forma muito similar à *encode()*, primeiramente extrai-se os argumento da chamada do programa e importa-se a imagem modificada, alterando a para o formato RGB.

Em seguida é chamada a função *find*__message() para extrair da imagem a mensagem escondida. Essa função pode ser dividida, conceitualmente, em duas partes.

A primeira parte dessa função tem o propósito de passar pela matriz da imagem coletando todos os bits menos significativos do(s) plano(s) de bits escolhidos.

```
def find_message(image, bits_plan):
    binary_data = ""

    if(bits_plan < 3):
        for values in image:
            for pixel in values:
                rgb = dict(zip(["0", "1", "2"], convert_to_binary(pixel)))

                binary_data += rgb[str(bits_plan)][-1]
    else:
        for values in image:
```

```
            for pixel in values:
                rgb = dict(zip(["0", "1", "2"], convert_to_binary(pixel)))

                binary_data += rgb["0"][-1]
                binary_data += rgb["1"][-1]
                binary_data += rgb["2"][-1]
```

Já na segunda parte é feita a conversão dos dados binários extraídos anteriormente. Primeiro separa-se os dados em conjuntos de tamanho 8, pois, durante a codificação, foi mantido um tamanho de 8 bits por caracter. Em seguida cada conjunto de 8 bits é transformado em um caracter ASCII, até que se encontre o delimitador do final da mensagem.

```
    binary_data = [binary_data[i: i + 8] for i in range(0,
len(binary_data), 8)]

    message = ""
    for word in binary_data:
        message += convert_to_ascii(word)
        if(message[-5:] == ";;;;;"):
            break

    return message[:-5]
```

Com a mensagem retornada pela função *find__*message(), escreve-se essa mensagem em um arquivo de texto com o nome dado na chamada do programa.

```
with open(text_file_name, "w") as f:
    f.write(message)
```

4. Argumentos e Validações

O programa *encode.py* recebe seus argumentos no formato:

```
python3 encode.py -e <nome da imagem de entrada> -s <nome da imagem de
saída> -m <arquivo com a mensagem secreta> -b <valor do plano de bits>
```

Esses argumentos são recebidos e validados pela função *get_args()*.

```
def get_args(argv):
    og_image = ''
    text_file = ''
    bits_plan = ''
    out_image = ''
```

```
    try:
        opts, _ = getopt.getopt(argv, "he:s:m:b:", [
                                    "help", "imagem-entrada=", "imagem-saida=",
"mensagem=", "plano-bits="])
    except getopt.GetoptError:
        raise SystemExit(print_help())

    for opt, arg in opts:
        if opt in ("-h", "--help"):
            raise SystemExit(print_help())
        elif opt in ("-e", "--imagem-entrada"):
            og_image = arg
        elif opt in ("-s", "--imagem-saida"):
            out_image = arg
        elif opt in ("-m", "--mensagem"):
            text_file = arg
        elif opt in ("-b", "--plano-bits"):
            bits_plan = int(arg)

    if(og_image == out_image):
        print(
            "Aviso: nome da imagem de entrada é igual ao nome da imagem de
saída. A imagem original será sobescrevida.\nContinuar mesmo assim? [Y/N]")
        if(input().upper() == "N"):
            sys.exit()

    if(not isinstance(bits_plan, int) and (bits_plan < 0 or bits_plan >
4)):
        raise ValueError("Plano de bits deve ser um valor inteiro entre 0 e
3")

    return [og_image, text_file, bits_plan, out_image]
```

A função *get_args()* utiliza a biblioteca *getopt* para designar *flags* e diferenciar os argumentos passados. Dessa forma, a ordem em que os argumentos são passados não influencia em seus valores. Caso um argumento esteja faltando ou a sintaxe esteja incorreta uma mensagem de ajuda explicando cada *flag* será mostrada no terminal.

```
cinthia@LAPTOP-B1P6J1UM:~/ifb/2021/processamento_digital_de_imagens/Steganography$ python3 encode.py -e stinkbug_modificado.png -s st
inkbug_modificado.png -m secret_text.txt -b
Uso:
        encode.py <comando> [valor]
Comandos:
        -e, --imagem-entrada        Nome da imagem de entrada. Deve estar no mesmo diretório que o programa
        -s, --imagem-saida          Nome da imagem de saída
        -m, --mensagem              Nome do arquivo .txt contendo a mensagem a ser escondida
        -b, --plano-bits            Plano de bits a ser alterado. 0 -> R, 1 -> G, 2 -> B, 3 -> RGB
        -h, --help                  Ajuda. Gera essa tela
```

Ainda nessa função será validado o nome das imagens, permitindo que o usuário pare o programa caso as imagens de entrada e saída possuam o mesmo nome, e o valor do plano de bits, que deve estar entre 0 e 4.

Na função *get_image()* , chamada pela função *encode()*, é checada a existência da imagem, terminando o programa com uma mensagem de erro caso esta não seja encontrada.

```
def get_image(image_name):
    image = cv2.imread(image_name)

    if(isinstance(image, np.ndarray)):
        return image
    raise FileNotFoundError("Imagem não encontrada")
```

O programa *decode.py* também tem passa por validações, contudo, elas são as mesmas utilizadas na validação dos argumentos do *encode.py*: presença de todos os argumentos necessários, validação do valor do plano de bits e existência da imagem.

5. Considerações Finais

Dos testes realizados com o programa, chegou-se a algumas conclusões:

- Os programas foram testados com ambas imagens monocromáticas e coloridas, funcionando normalmente desde que estas possuam três canais de cores.
- Os programas podem gerar resultados inesperado caso a mensagem a ser codificada/decoficada contenha caracteres especiais que necessitem de mais do que 8 bits quando convertidos para a tabela ASCII.
- Os programas foram feitos tendo como base a tabela ASCII, logo outras formatações de texto podem gerar erros.
- Os programas foram testados apenas com imagem de formato .png e arquivos de texto .txt, outros formatos de entrada/saída podem gerar erros.