TMA - Tatouage d'images

Alexandra Chaton - Alexis Rollin - Antoine Saget

Janvier 2021

1 Introduction

Ce TP a pour but d'étudier la sténographie, autrement dit l'opération qui permet de cacher un message dans une image. La sténographie étudiée sera la sténographie LSB. Cette sténographie a pour caractéristique d'écrire le message à cacher dans les bits de poids faibles du contenu hôte. Notre étude portera à la fois sur le décodage et le codage d'un tel message.

Une présentration vidéo est disponible ici (https://youtu.be/K6XfWXU9Pik).
Le code est disponible ici (https://github.com/antoinesaget/TMA_tatouage).

2 Décodage

Décodage : Restitution d'informations codées sous leur forme originale.

Question 1

Toute image au format PGM possède un entête ASCII suivi des octets de l'image. Cette entête va servir à décrire le format PGM et donner les dimensions de l'image. La présence de cet entête signifie que les détails du message à cacher ne seront présents qu'après celui-ci.

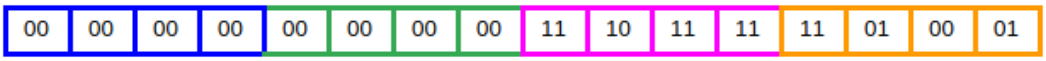
Les 15 premiers octets de Tatoo.pgm, l'image où le message est caché, ne nous intéressent donc pas. C'est d'ailleurs pour cela que la fonction load_pixmap() renvoie les octets à partir du 16e.

Taille du fichier caché

Pour retrouver la taille du fichier caché il suffit de lire les 16 premiers octets renvoyés par load_pixmap() :

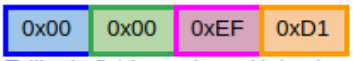
16 premiers octets de Tatoo.pgm

Ensuite pour chaque octet on va récupérer les deux bits de poids faibles.
Exemple : A0 = 10100000 donc nous nous intéressons aux bits 00.



2 bits de poids faibles des 16 octets précédents

Ce qui va donner les valeurs suivantes en héxadécimal :



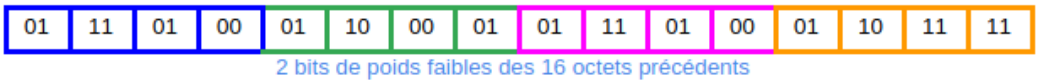
Taille du fichier en hexadécimal

Ce qui donne comme taille de fichier caché : **61 393** octets. La totalité de ces octets est donc cahée dans l'image Tatoo.pgm mais nous ne savons pas encore exactement à partir de quel octet du fichier Tatoo.pgm ni quel est le nom du fichier caché.

Nom du fichier caché

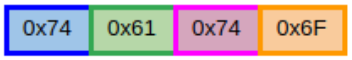
Le nom du fichier caché se trouve à la suite des octets spécifiant la taille du fichier. On va suivre les mêmes étapes que pour la taille du fichier, ce qui nous donne :

16 premiers octets du nom du fichier caché



2 bits de poids faibles des 16 octets précédents

Ce qui va donner les valeurs suivantes en héxadécimal :



Ces valeurs hexadécimales correspondent aux 4 lettres suivantes :

Si on continue ces différentes étapes pour les octets qui suivent on obtient que le nom du fichier caché est : **tatoumina1.jpg**. Le nom est composé de 14 caractères il est donc codé sur 14 octets eux-mêmes répartis sur (14*4) = 56 octets dans Tatoo.pgm.

Question 2

D'après la question précédente, et après analyse du fichier, nous avons pu déterminer que dans Tatoo.pgm nous avons :

- **16 octets :** qui nous servent à récupérer 4 octets déterminant la taille du fichier caché.
- **128 octets :** qui vont servir pour déterminer le nom du fichier (ici écrit sur 56 octets). Le reste sert de bourrage (ici 72 octets).

Ce qui nous fait donc un total de 144 octets. Si on ajoute le fait que l'entête du fichier caché est défini sur 15 octets, on peut déterminer que les pixels de l'image tatoumina1.jpg commencent au 159e octet.

Question 3 :

Objectif : Ecrire un programme (en C ou en Java) permettant d'extraire toutes les informations cachées dans un image et de les sauver dans un nouveau fichier de sortie.

```c
#include <stdio.h>
#include <stdlib.h>
#include <string.h>

#include "pixmap_io.h"
#include "shared.h"

/**
 * Read a full byte starting at i of pixels.
 * This will read at pixels[i], pixels[i+1], pixels[i+2], and pixels[i+3]
 */
char read_byte(unsigned char *pixels, int i) {
    char n;
    for (int j = 0; j < 4; j++) {
        n = n<<2 | (pixels[i+j] & 0x03);
    }
    return n;
```

```
}

/**
 * Read a full int starting at i of pixels.
 * This will read from pixels[i] to pixels[i+15]
 */
int read_int(unsigned char *pixels, int i) {
    int n = 0;
    for (int j = 0; j < 16; j++) {
        n = n<<2 | (pixels[i+j] & 0x03);
    }
    return n;
}

void read_filename(unsigned char *pixels, char* filename) {
    for(int i = 0; i < FILENAME_HEADER_SIZE; i++) {
        filename[i] = read_byte(pixels, SIZE_HEADER_SIZE*4 + i*4);
    }
}

void read_file(unsigned char *pixels, char* bytes, int n) {
    for(int i = 0; i < n; i++) {
        bytes[i] = read_byte(pixels, TOT_HEADER_SIZE*4 + i*4);
    }
}

int main(int argc, char const *argv[])
{
    if (argc != 2) {
        fprintf(stderr, "Error: Incorrect number of arguments.\n");
        printf("Usage: %s <filename>\n", argv[0]);
        return -1;
    }

    char* filename = argv[1];
    printf("Filename: %s\n", filename);

    unsigned char *pixels;
    int width, height;

    if((pixels = load_pixmap(filename, &width, &height)) != NULL) {
        printf("Image size: %d %d\n", width, height);
        unsigned long available = width*height/4 - TOT_HEADER_SIZE;
        printf("Available size: %ld\n", available);

        // Reading the size
        unsigned int n = read_int(pixels, 0);
        printf("Message file size: %u\n",n);

        // If the read message size is greater than the available size, there is a problem
        if (n > available) {
            fprintf(stderr, "Error: the message size is greater than the available space in the file.\nEither %s is not hidding anything or corrupted.\n", argv[1]);
            return -1;
        }

        // Reading the filename
        char filename[FILENAME_HEADER_SIZE];
        read_filename(pixels, filename);
        printf("Message file name: %s\n", filename);

        // Reading the file
        char bytes[n];
        read_file(pixels, bytes, n);

        // Writing the file
        char* prefix = "tatou_";
        char out_filename[FILENAME_HEADER_SIZE+strlen(prefix)];
        sprintf(out_filename, "%s%s", prefix, filename);

        FILE* fout = fopen(out_filename, "wb");
        fwrite(bytes, 1, n, fout);
```

```
        fclose(fout);

        printf("Message successfully written into %s\n", out_filename);
    } else {
        fprintf(stderr, "Error when reading %s pixels.\n", filename);
        return -1;
    }

    return 0;
}
```

3 Encodage

Question 4

Objectif : Ecrire et tester un programme (en C ou en Java) permettant de cacher un fichier dans une image.

```
#include <stdio.h>
#include <stdlib.h>
#include <string.h>
#include <math.h>

#include "pixmap_io.h"
#include "shared.h"

/**
 * Write a full byte starting at i of pixels.
 * This will write at pixels[i], pixels[i+1], pixels[i+2], and pixels[i+3]
 */
void write_byte(unsigned char *pixels, int i, char byte) {
    for(int j = 3; j >= 0; j--) {
        pixels[i + j] = (pixels[i + j] & 0xFC) | (byte & 0x03);
        byte >>= 2;
    }
}

/**
 * Write a full int starting at i of pixels.
 * This will write from pixels[i] to pixels[i+15]
 */
void write_int(unsigned char *pixels, int i, int val) {
    for(int j = 15; j >=0; j--) {
        pixels[i + j] = (pixels[i + j] & 0xFC) | (val & 0x03);
        val >>= 2;
    }
}

/**
 * Write the file size at the beginning of the file
 */
void write_size(unsigned char *pixels, unsigned int size) {
    write_int(pixels, 0, size);
}

/**
 * Write the filename after the file size header
 */
int write_filename(unsigned char *pixels, char* filename) {
    if(strlen(filename)>=FILENAME_HEADER_SIZE) {
        fprintf(stderr, "Error: filename too long!\n");
        return -1;
    }

    // Start after the 4 bytes needed for the file size
    int start = SIZE_HEADER_SIZE*4;

    int i = 0;
    char val = filename[i];
    // Write the filename until then end of the string
    while (val != '\0') {
        write_byte(pixels, start + i*4, val);
```

```
153         val = filename[++i];
154     }
155 
156     // Adding a '\0'
157     write_byte(pixels, start + i*4, '\0');
158     return 0;
159 }
160 
161 /**
162  * Write the file data after the file size+name header
163  */
164 void write_data(unsigned char *pixels, FILE* f, unsigned int size) {
165     // Start after the header
166     int start = TOT_HEADER_SIZE*4;
167 
168     // Read the file bytes one by one
169     char val;
170     fread(&val, 1, 1, f);
171 
172     // Write each byte after the header
173     for(int i = 0; i < size; i++) {
174         write_byte(pixels, start + i*4, val);
175         fread(&val, 1, 1, f);
176     }
177 }
178 
179 int main(int argc, char const *argv[])
180 {
181     if (argc != 3) {
182         fprintf(stderr, "Error: incorrect number of arguments.\n");
183         printf("Usage: %s <filename> <msg filename>\n", argv[0]);
184         return -1;
185     }
186 
187     char* filename = argv[1];
188     printf("File name:\t%s\n", filename);
189     char* msg_filename = argv[2];
190     printf("Tatou file name: %s\n", msg_filename);
191 
192     unsigned char *pixels;
193     int width, height;
194 
195     if((pixels = load_pixmap(filename, &width, &height)) != NULL) {
196         printf("Image size:\t%d %d\n", width, height);
197         unsigned long available = width*height / 4 - TOT_HEADER_SIZE;
198         printf("Available size:\t%ld\n", available);
199 
200         FILE* msg = fopen(msg_filename, "rb");
201         if (msg == NULL) {
202             fprintf(stderr, "Error when opening message file : %s\n",
    msg_filename);
203             return -1;
204         }
205 
206         // Go to the end of the file to get the file size.
207         fseek(msg, 0, SEEK_END);
208         long msg_size_l = ftell(msg);
209         rewind(msg);
210 
211         // Make sure the file size can be encoded with 4 bytes
212         // The max size encoded with 4 bytes is 2^33-1 bytes =~ 8.5 Gb
213         // And would need an image of at least sqrt(2^33-1)*4 = 370728*370728
    pixels to be hidden in
214         if (msg_size_l >= (pow(2, SIZE_HEADER_SIZE*8 + 1) -1)) {
215             fprintf(stderr, "Error: the mesage file size is too big and
    cannnot be encoded with 4 bytes.\n");
216             return -1;
217         }
218         unsigned int msg_size = msg_size_l;
219         printf("Message size:\t%d\n", msg_size);
220 
221         // If the msg size is greater than the available space in the file,
    stop
222         if (msg_size_l > available) {
```

```
223             fprintf(stderr, "Error: the message file is too big: %ld > %ld\n",
    msg_size_l, available);
224             return -1;
225         }
226 
227         // Hide header within pixels
228         write_size(pixels, msg_size);
229         printf("Message size successfully encoded.\n");
230 
231         if(write_filename(pixels, msg_filename) != 0) {
232             return -1;
233         } else {
234             printf("Message file name successfully encoded.\n");
235         }
236 
237         // Hide data within pixels
238         write_data(pixels, msg, msg_size);
239         printf("Message data successfully encoded.\n");
240 
241         // Write the pixels to a new image
242         char* prefix = "coded_";
243         char out_filename[strlen(filename)+strlen(prefix)];
244         sprintf(out_filename, "%s%s", prefix, filename);
245 
246         store_pixmap(out_filename, pixels, width, height);
247         fclose(msg);
248 
249         printf("Message successfully hidden in %s\n", out_filename);
250     } else {
251         fprintf(stderr, "Error when reading %s pixels.\n", filename);
252         return -1;
253     }
254 
255     return 0;
256 }
```

4 Usage

Comme vous avez pu le voir précédemment, notre implémentation du codeur et du décodeur a été faite en C. Il faut donc commencer par compiler ces programmes à l'aide du Makefile fourni :

`make`

Pour cacher un fichier dans une image au format PGM, on utilise le programme `codeur` :

`./codeur [path_image] [path_fichier_à_cacher]`

Le résultat de l'exécution est l'image tatouée `coded_[nom_image_originale]`.

Pour extraire un fichier caché dans une image au format PGM, on utilise le programme `decodeur` :

`./decodeur [path_image]`

Le résultat de l'exécution est l'image extraite `tatou_[nom_fichier_caché]`.

5 Résultats

La sténographie LSB sur 2 bits de poids faible à l'avantage d'être indétectable à l'oeil nu :

(a) Image originale

(b) Fichier à dissimuler

(c) Image tatouée

Après décodage, il n'y a aucune perte. Le message à dissimuler original et le message extrait sont strictement identiques :

(a) Image cachée originale

(b) Image extraite

Un moyen simple et infaillible pour vérifier que le message original à cacher et le message extrait sont les mêmes est d'observer leurs différences. On peut utiliser la commande `diff` pour cela : elle ne renvoie rien si les fichiers sont strictement identiques.