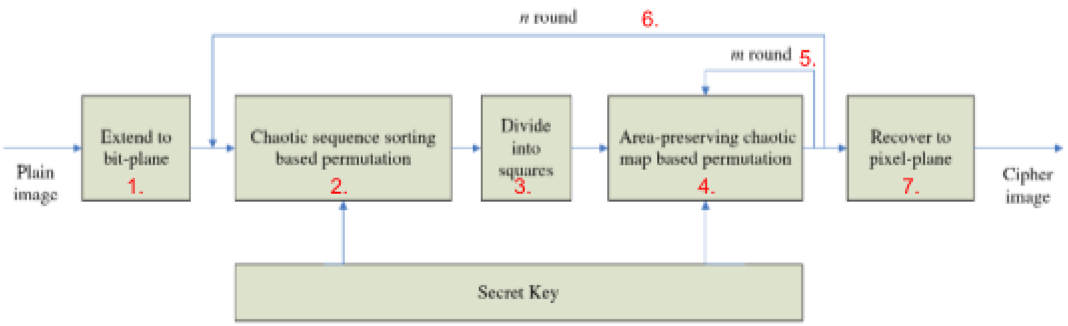
CR_3

Méthode à suivre

Nous avons réalisé que l'article sur lequel nous voulions baser notre chiffrement ne nous convenait pas. En effet, différents éléments du principe de chiffrement nous était incompréhensibles, même après de longues heures d'étude (la taille des petites matrices nous semblait abstraite, ainsi que le fait que ces matrices doivent être 1-balanced alors que nous appliquons plutôt un shuffle dessus).

Nous sommes donc parties à la recherche d'un autre article sur lequel nous pourrions baser notre chiffrement. Nous avons trouvé l'article suivant : *A novel chaos-based bit-level permutation scheme for digital image encryption.*

Le principe est le suivant :



1. on prend l'image de taille nH * nW qu'on décompose en une image binaire de taille nH * nW * 8
2. on applique un algorithme de permutation des bit en utilisant un "chaotic sequence sorting" (séquence de tri chaotique)
   pour cela, on utilise :

   $$x_{n+1} = T_k(x_n) = \cos\left(k \cdot cos^{-1} x_n\right), \quad x_n \in [-1, 1]$$

   avec x_0 et k, utilisé comme clé secrète de notre chiffrement
   on calcule la séquence de taille nH de la suite de Chebyshev ci-dessus dans X
   on tri cette liste de façon croissante dans Y, et on en déduit un vecteur de permutation de X à Y, ce vecteur de permutation, sera le vecteur de permutation appliqué aux lignes
   on recommence ensuite la même chose avec une séquence de taille nW * 8 pour permuter les colonnes
3. on divise ensuite l'image binaire sous forme de carrés de même taille N * N (blocs)

4. puis on permute les bits dans chacun de ces blocs en utilisant une permutation basée sur “Arnold Cat map”
   on utilise alors la formule suivante :
   $$\begin{bmatrix} x_{n+1} \\ y_{n+1} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 1 & p \\ q & pq+1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_n \\ y_n \end{bmatrix} \mod N = \boldsymbol{A} \begin{bmatrix} x_n \\ y_n \end{bmatrix} \mod N$$
   dans ce cas, p, q et M (le nombre d’itération), appartiendrait aussi à la clé secrète
   on aura alors le bit à la position (x_n, y_n) qui sera à la position (x_{n+1}, y_{n+1}) à l’étape suivante
5. On répète l’étape 4. M fois
6. On répète les étapes 2. à 5. N_0 fois
7. on reconstruit ensuite notre image binaire en une image en niveaux de gris

(Pour appliquer ce principe à une image en couleur, il nous suffira d’appliquer le principe au trois plans couleur (R, G et B)).

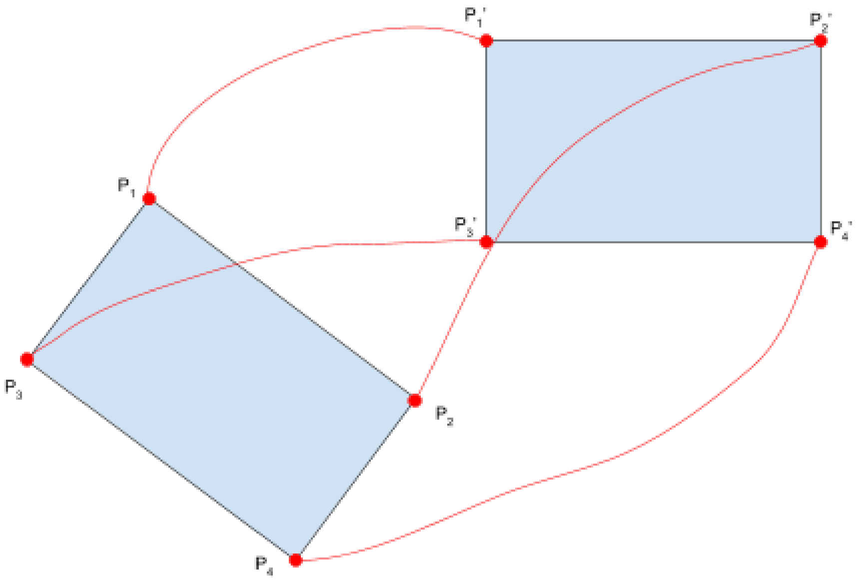
Notre clé secrète est donc composée de x_0, k, p, q et M.

Pour le déchiffrement, on applique l'opération inverse : on recalcule le vecteur de permutation et on applique la permutation inverse (pour la première permutation), et on applique $\begin{bmatrix} x_{n+1} \\ y_{n+1} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} pq+1 & -p \\ -q & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_n \\ y_n \end{bmatrix} \mod N.$ pour le deuxième type de permutation.

Le but de l’algorithme proposé, est d’obtenir de bon résultat en un temps minimum, et donc pour cela, ils comparent leur algorithme à un algorithme conventionnel de permutation seulement (qui se contente de permuter les pixels sans changer leur valeur), et à un algorithme de permutation et diffusion classique.

Utilisation des transformations affines pour le recalage.

On applique le principe qui suit :



On a donc pour chaque point :

$$\begin{pmatrix} X' \\ Y' \\ 1 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} R_x & -R_y & 0 \\ R_y & R_x & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} X \\ Y \\ 1 \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} T_x \\ T_y \\ 1 \end{pmatrix}$$

Ainsi, en utilisant deux points, on trouve le système d'équation à quatre inconnues suivant :

$$\begin{cases} X_1' = R_x \times X_1 - R_y \times Y_1 + T_x \\ Y_1' = R_y \times Y_1 + R_x \times X_1 + T_y \\ X_2' = R_x \times X_2 - R_y \times Y_2 + T_x \\ Y_2' = R_y \times Y_2 + R_x \times X_2 + T_y \end{cases}$$

On en déduit :

$$\begin{cases} R_y = \dfrac{Y_2' - \dfrac{X_2' \times X_2}{X_2 + X_1} - \dfrac{X_1' \times X_2}{X_2 + X_1} - \dfrac{X_2' \times X_1}{X_2 + X_1} - \dfrac{X_1' \times X_1}{X_2 + X_1} + Y_1'}{Y_2 + \dfrac{Y_2 \times X_2}{X_2 + X_1} + \dfrac{Y_1 \times X_2}{X_2 + X_1} + \dfrac{Y_2 \times X_1}{X_2 + X_1} + \dfrac{Y_1 \times X_1}{X_2 + X_1} + Y_1} \\ R_x = \dfrac{X_2' + R_y \times Y_2 + R_y \times Y_1 + X_1'}{X_2 + X_1} \\ T_x = R_x \times X_1 - R_y \times Y_1 - X_1' \\ T_Y = R_y \times Y_1 + R_x \times X_1 - Y_1' \end{cases}$$

Et on peut ainsi appliquer cette formule à tous les pixels pour connaître leur valeur après recalage.

De plus, P_1' sera le premier pixel de l'image qui sera analysée, P_2' sera le pixel en haut à droite et P_3' le pixel en bas à gauche (comme vu ci-dessus). Et pour déduire la taille de cette nouvelle image, nous pourrons utiliser la distance de Manhattan ou la distance de Chebychev entre P_1 et P_2et entre P_1 et P_3.

Pour simplifier l'implémentation, nous allons découper l'image en blocs de pixels (8x8 pixels pour commencer) et effectuer une seule permutation. La permutation choisie est **la séquence de tri chaotique** basée sur la suite de Chebyshev.

Nous avons décidé de commencer le code en langage C afin d'avoir un code fonctionnel et de pouvoir utiliser la librairie que nous utilisions durant nos TPs.

<u>Gestion humaine</u>

Recherche et approfondissement de la méthode → jusqu'au 14 novembre

Code → à partir du 15 novembre