

PREMIER COLLOQUE IMAGE
Traitement, Synthèse, Technologie et Applications

BIARRITZ - Mai 1984 -

CODAGE PAR BLOCS D'IMAGES NUMERIQUES -
BLOCK-CODING OF DIGITAL IMAGES

D. THOREAU - J. PAILLE

LABORATOIRE DE TRAITEMENT DU SIGNAL NUMERIQUE ENSP DU St Jérôme 13397 MARSEILLE Cedex 13

RESUME

SUMMARY

On présente dans cet article des améliorations apportées à la méthode de codage des images numériques, méthode due à SARDIKO et TSOUKKERMAN (1) et reprise par RONSIN (2). Dans cette méthode le codage se fait par bloc 8x8 pixels, et le taux de compression que l'on peut atteindre est de l'ordre de 2.6. Dans chacun des blocs on opère par prédiction linéaire à l'aide d'une technique s'apparentant au DPCM, où l'on code les écarts entre la valeur de la luminance des pixels et celle de leur prédiction.

Les améliorations portent sur le chemin de codage à l'intérieur du bloc et sur le critère de quantification employé. Elles sont décrites en détail, et des résultats portant sur une image numérique 512x512 sont présentés.

This communication presents some ameliorations wich are realised on a block coding technic.

In this method, the encoding process is performed with 8 pixels x 8pixels blocks and a value of the compression ratio of 2,6. In each block, the selected compression technic is the differential pulse code modulation (DPCM) and the quantization, of the predicting error, is realized with several quantizers.

The ameliorations concerns, on the one hand, the encoding way used inside the block and, on the other hand, the quantization strategy.

Finaly, some results are presented in the case of 512x512 pixels image.



INTRODUCTION

Le problème de la compression de l'information contenue dans une image se pose tant du point de vue de sa transmission que de son stockage. Plusieurs techniques, dépendant du type d'application prévue, sont utilisées pour obtenir cette compression. L'une d'entre elles a été présentée par SARDIKO et TSOUKKERMAN (1) et reprise par RONSIN (2). Elle vise à conserver les qualités visuelles de l'image, et en utilise pour cela les propriétés locales. Après avoir défini succinctement le principe de la méthode en suivant la présentation de RONSIN (2) nous introduirons deux améliorations portant sur le chemin et le critère de codage. Nous donnerons enfin des résultats portant sur une image 512x512 présentant plusieurs zones de textures différentes.

PRINCIPE

L'image numérique globale est divisée en blocs carrés constitués de 8x8 pixels. Un de ces blocs, représenté en Figure 1, illustrera la notation utilisée par la suite.

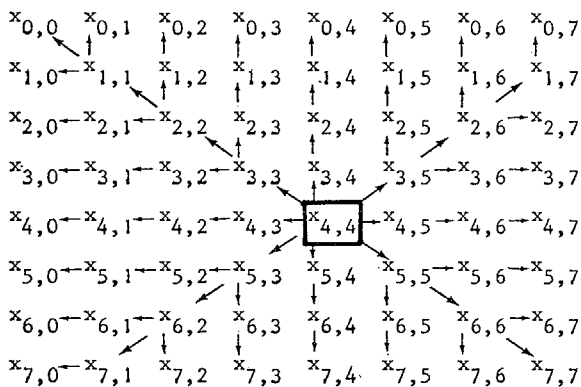


Figure 1. Bloc et chemins de codage, valeur des luminances des pixels concernés.

A l'intérieur de chacun des blocs on considère la luminance $x_{4,4}$ d'un pixel le plus central possible. On transmet cette valeur et on l'utilise comme source de prédiction pour déterminer les estimations de chacun des points constituant le bloc.

CODAGE

La première modification apportée à l'algorithme de codage présenté par RONSIN (2) a consisté à optimiser le graphe d'évolution du codage dans le bloc. Ainsi, on a représenté par des flèches, Figure 1, les différents chemins qui déterminent la stratégie de codage dans chacun des blocs. En notant par un chapeau l'estimation de la luminance des pixels et par $e_{i,i}^q$ l'erreur de prédiction codée, on aura successivement la procédure suivante :

$$\begin{aligned}
 x_{4,4} & \longrightarrow x_{4,4}^q \\
 \hat{x}_{5,4} & = x_{4,4}^q \\
 e_{5,4} & = x_{5,4} - \hat{x}_{5,4} \longrightarrow e_{5,4}^q \\
 \hat{x}_{6,4} & = x_{5,4} + e_{5,4}^q \\
 e_{6,4} & = x_{6,4} - \hat{x}_{6,4} \longrightarrow e_{6,4}^q \\
 \hat{x}_{7,4} & = x_{6,4} + e_{6,4}^q \\
 e_{7,4} & = x_{7,4} - \hat{x}_{7,4} \longrightarrow e_{7,4}^q \\
 \dots & \dots \\
 \dots & \dots
 \end{aligned}$$

On voit donc que l'élément $x_{7,4}$ est restitué en trois étapes alors que $x_{0,0}$ l'est en quatre. Un tel découpage du bloc, qui permet la restitution de 63 points avec un maximum de quatre étapes, minimise les erreurs accumulées lors de la quantification des erreurs de prédiction.

QUANTIFICATION

Pour réaliser la compression, on divise la dynamique du signal de prédiction à l'aide du choix d'une loi de quantification F appropriée (2). Le nombre de mots de code est limité à 7. Ce nombre étant peu élevé, on utilise plusieurs courbes de quantification possédant le même nombre de niveaux de sortie. Ainsi, dans les zones de faible variation de la luminance où le seuil de perception différentielle est particulièrement bas, les moindres variations de l'écart de prédiction sont restituées avec précision. Inversement, dans les zones de variations importantes de la luminance, les erreurs de restitution dues à l'espacement plus important des niveaux de quantification sont masquées par le seuil de perception différentielle plus élevé.

Les auteurs précédents ont utilisé la valeur maximale D_1 du gradient de la luminance entre les points du bloc et la valeur de prédiction $x_{4,4}$.

$$D_1 = \text{MAX}_{i,j=0,7} |x_{4,4} - x_{i,j}|$$

pour déterminer la loi de quantification.

Puisque notre codage s'effectue sur des parcours bien précis, nous avons modifié la la définition du gradient en le calculant sur ces parcours

$$D_2 = \text{MAX} \left\{ \text{MAX}_{j=4,6} |x_{4,j} - x_{4,j+1}|, \text{MAX} |x_{4,4} - x_{5,5}|, \right. \\
 \left. \text{MAX}_{j=5,6} |x_{5,j} - x_{5,j+1}|, \dots, \text{MAX} \dots \dots |x_{3,6} - x_{3,7}| \right\}$$

Si D_1 ou D_2 a une valeur élevée, on choisit une loi de quantification avec des niveaux largement espacés (figure 2).

CODAGE PAR BLOCS D'IMAGES NUMERIQUES -
BLOCK-CODING OF DIGITAL IMAGES -

D. THOREAU J. FAILLE

e(*)	F ₁ e	F ₂ e	F ₃ e	F ₄ e	F ₅ e
	D<3	4<D<8	9<D<16	17<D<32	33<D
0	0	-	-	-	-
1	1	0	-	-	-
2	2	2	0	-	-
3	3	3	3	0	-
4-8	-	6	6	6	0
9-16	-	-	12	12	12
17-32	-	-	-	24	24
32-128	-	-	-	-	48

(*)e : valeur absolue de l'erreur

Figure 2. Lois de quantification

Dans le cas contraire on choisit plutôt une loi qui restitue les faibles variations. On utilise 5 lois de quantification au total.

FORMAT DE CODAGE

Le format de codage est tel que pour chaque bloc on transmet ou l'on stocke :

- a) l'information sur la classe,
- b) l'élément de base de prédiction quantifié $x_{4,4}^q$,
- c) les 63 écarts de prédiction.

Pour un bloc de 64 éléments l'information à transmettre ou à stocker est mise sous un format de 197 bits par bloc, ce bloc étant décomposé en deux zones principales (Figure 3).

classe du bloc	1ère partie 8bits		2ème partie 63x3 = 189 bits			
1	1	$x_{4,4}^q$	$e_{5,4}^q$	$e_{6,4}^q$	-----	$e_{7,4}^q$
2	1	$x_{4,4}^q$				
3	01	$x_{4,4}^q$				
4	001	$x_{4,4}^q$				
5	000	$x_{4,4}^q$				

Figure 3. Format de codage du bloc

La première partie composée de 8 bits, contient, en partant du bit de poids le plus faible, l'élément de base de prédiction $x_{4,4}^q$ et la classe de quantification du bloc. Pour les classes 1 et 2, $x_{4,4}^q = x_{4,4}/2$ ce qui permet de gagner un bit utilisé pour coder la classe. Pour la classe 3, $x_{4,4}^q = x_{4,4}/4$, les classes 4 et 5, $x_{4,4}^q = x_{4,4}/8$. On notera par ailleurs que les classes 1 et 2 sont codées par le même nombre, 1. Pour différencier ces classes, on code l'écart de prédiction de valeur 0 par 000 ou 100 suivant qu'il appartient à la classe 1 ou 2. cela est rendu possible car l'écart de prédiction est codé sur 3 bits, alors que le nombre de niveaux des lois de quantification est de 7.

REALISATION PRATIQUE DU CODAGE

Un calcul simple montre qu'avec cette méthode il faut 3.08 bits pour coder la luminance d'un pixel. Si l'on considère un codage initial de 256 niveaux de gris par pixel, le taux de compression est de 2.6. Celui-ci n'est pas amélioré par rapport aux mises en oeuvre précédentes, mais la restitution de l'image est meilleure.

En effet, si l'on considère, par exemple, l'image de la Figure 4, on obtient un rapport signal à bruit (cf Annexe 1) de 30.2 dB en utilisant le critère D₁, alors qu'il est de 33.5 dB dans le cas d'utilisation du critère D₂.



Figure 4. Image originale

Comme on pouvait s'y attendre, c'est ce dernier qui se révèle le meilleur. Pour corroborer cela, la Figure 5 montre l'histogramme des valeurs de D₁ et D₂.



ANNEXE 1

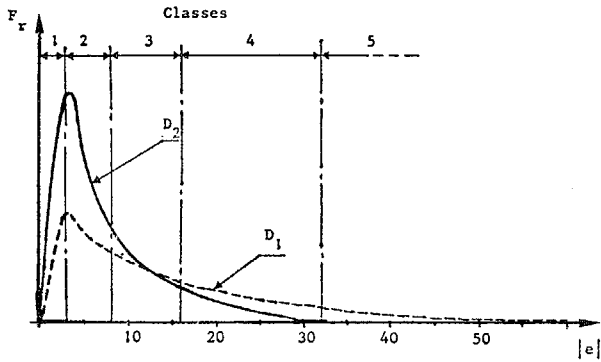


Figure 5. Histogramme de D_1 et D_2 .

L'examen de ces deux histogrammes fait apparaître que la répartition est beaucoup plus prononcée vers les faibles valeurs de gradient pour le critère D_2 . Le choix des classes de quantification s'oriente donc plus souvent vers les classes 1, 2 et 3, permettant alors de réduire les erreurs dues à la quantification.

CONCLUSION

Nous avons présenté deux améliorations d'une technique qui se situe en bonne place par rapport aux méthodes déjà existantes (2). Les résultats obtenus (Figure 7) montrent que l'amélioration est effective, et n'est pas accompagnée d'effets secondaires néfastes. L'image restituée ne présente aucune différence visuelle avec l'original. Cependant, la Figure 7 représente l'image des différences amplifiées d'un facteur 16 entre l'original et la restitution. On y remarque effectivement les propriétés locales de l'effet du codage.

Soit $x(m,n)$ l'image originale $M \times N$ et $y(m,n)$ l'image restituée $M \times N$ après codage, transmission/stockage et décodage. On appelle rapport signal à bruit la quantité (3) :

$$\left\{ \frac{\sum_{m=0}^{M-1} \sum_{n=0}^{N-1} y^2(m,n)}{\sum_{m=0}^{M-1} \sum_{n=0}^{N-1} (y(m,n) - x(m,n))^2} \right\}^{1/2}$$

qui représente le rapport entre la valeur efficace du signal image restitué et la valeur efficace de l'erreur commise lorsqu'on passe de l'image originale à l'image restituée.

BIBLIOGRAPHIE

- (1) SARDIKO et TSOUKKERMAN, "Le codage par bloc d'image T.V. La technique des moyens de communication - série : la technique de Télévision" - 1977,
- (2) J. RONSIN, "Codage par bloc d'image T.V.", 2ème Congrès AFCET - ARIA. sept. 1979 Tome II P. 49-57.
- (3) R.C. GONZALEZ, P. WINTZ, "Digital Image Processing" - Addison-Wesley Publishing Company, 1977.



Figure 7. Image restituée
et image des différences $\times 16$