

Club Georges Méliès Chambéry

Fiche Technique N° 4

Le DÉMATRIÇAGE

Jean-Pierre GOUDARD.

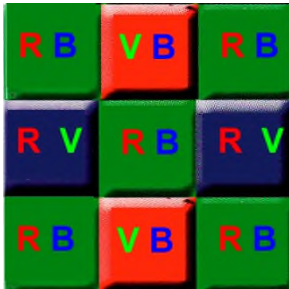
Révision du 11/01/2017

SOMMAIRE :

Le Dématriçage	02
1 - But du Dématriçage	02
2 - Produit de convolution	02
3 - Interpolation par copie de pixels	03
4 - Interpolation bilinéaire.	03
4 - 1 Masque de convolution	04
5 - Interpolation bicubique	05

Le Dématriçage

1 - But du Dématriçage



La couleur d'un pixel P_i d'une image est donnée par la somme des niveaux de luminances des trois couleurs primaires R, V, B, or les photosites la mosaïque de Bayer ne donne qu'une seule information de luminance (composante R par exemple). Pour les transformer en pixels, Il faudra alors calculer les deux autres informations manquantes de luminance (V et B)

Cette opération de calcul s'appelle le dématriçage. Le principe est de regarder aux alentours du pixel P_i , dont la valeur de luminance R est connue, les valeurs de luminances V et B des pixels l'entourant afin de déterminer, par un algorithme approprié d'interpolation, les composantes V et B du pixel P_i . De nombreux algorithmes ont été développés, certains utilisent le produit de convolution. Ils permettent de filtrer l'image de la mosaïque de Bayer, nous expliquons ici les plus simples.

2 - Produit de convolution

10	4	4	4		4														
10	10	4	4	4	4														
10	5	10	4	4	4														
10	10	5	10	4	4	X	1	0	1	=	10 X 1	+4 x 0	+4 x 1						
10	7	9	5	10	4		0	0	0		+5 x 0	+10 x 0	+4 x 0	=	33				
10	8	10	3	5	10		1	0	1		+9 x 1	+5 x 0	+10 x 1						
10	9	5	8	6	5														

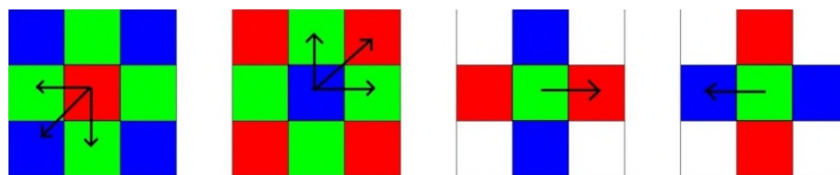
Une image numérique peut être considérée comme une matrice à deux dimensions. Le produit de convolution est un opérateur mathématique qu'on utilise pour multiplier des matrices entre elles. C'est le traitement d'une matrice Image par une autre plus petite, appelée matrice de convolution ou « noyau » (kernel). Le noyau est variable selon l'effet souhaité. C'est un filtre, appelé aussi masque, appliqué à l'image. Le filtre est représenté par un tableau (matrice), caractérisé par ses dimensions et ses coefficients, dont le centre correspond au pixel concerné. Les coefficients du tableau déterminent les propriétés du filtre. Le filtre agit successivement sur chacun des pixels initiaux de l'image. Pour chaque pixel, il multiplie la

valeur de ce pixel et de chacun des 8 pixels qui l'entourent par la valeur correspondante lue dans le noyau et calcule la somme de ces produits.

Dans le cadre d'un calcul sur une image, on divisera ensuite le résultat trouvé (33) par le nombre d'éléments du noyau (4). Le pixel initial prend alors la valeur finale (8,25). Cette opération a pour but de préserver la linéarité et la dynamique de l'image.

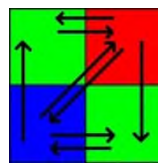
3 - Interpolation par copie de pixels

C'est la méthode la plus simple. Son algorithme recopie les composantes de couleur manquante du pixel par les mêmes composantes de couleurs d'un pixel voisin. Dans un souci de rationalisation de la recopie des composantes, on ne fera interférer celles-ci que sur les pixels avoisinants selon les schémas ci-dessous.



Elle est rapide, mais génère de nombreux artefacts.

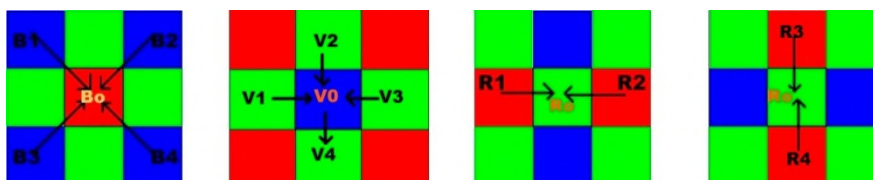
Ci-dessous un motif de recopie itérative des composantes constitué par une matrice carrée de 2 x 2 Pixels



4 - Interpolation bilinéaire.

C'est une méthode simple. Son algorithme quantifie les composantes de couleurs manquantes du pixel central P_i , dans un rayon de 1 pixel (carré de 3X3 pixels), en calculant la moyenne sur les 2 ou 4 pixels voisins de ces mêmes composantes de couleurs. Selon la position du pixel central dans la matrice image, on utilisera une interpolation suivant :

2 axes (Bilinéarité) différents ou **1 axe (linéarité)** horizontal ou vertical.



Ainsi, la composante bleue B_0 du pixel central

$$\text{rouge est : } B_0 = (B_1 + B_2 + B_3 + B_4) / 4$$

la composante rouge R_0 du pixel central

$$\text{vert est } R_0 = (R_1 + R_2) / 2$$

La méthode d'interpolation bilinéaire est peu complexe, mais elle introduit du flou, des effets de moiré et des artefacts de couleurs.

4 - 1 Masque de convolution

La matrice obtenue par l'APN étant constituée de motifs répétitifs dits de Bayer, on pourra alors filtrer cette matrice par des masques de produit de convolution, de 3x3 pixels, calculés et adaptés pour faire une interpolation bilinéaire respectivement sur les matrices démultiplexées R,V,B de la matrice de Bayer.

Pour réaliser un dématricage :

-Démultiplexer la matrice de Bayer en trois Matrices couleurs R,V,B. Si le niveau de chrominance des pixels des matrices n'est pas connu, il sera fixé à zéro.

150	0	140	0	125	0	0	145	0	130	0	115	0	0	0	0	0	0
0	130	0	130	0	112	0	0	0	0	0	0	140	0	130	0	111	0
125	0	120	0	115	0	0	125	0	120	0	107	0	0	0	0	0	0
0	110	0	105	0	95	0	0	0	0	0	0	120	0	110	0	100	0
115	0	110	0	105	0	0	110	0	105	0	100	0	0	0	0	0	0

-Filtrée les trois matrices avec les masques respectifs de convolution, CV, CRB qui tiennent compte que :

l'itération fait aussi une convolution sur les pixels de luminance connue, d'où la valeur 4 pour le pixel central de ces matrices.

Le fusionnement des différentes matrices de convolution tient compte de la situation géographique du pixel calculé.

Matrice verte CV

L/C	1	2	3	4	5	6
1	150	0	140	0	125	0
2	0	130	0	130	0	120
3	125	0	120	0	115	0
4	0	110	0	105	0	95
5	115	0	110	0	105	0

CV₁

0	1	0
1	0	1
0	1	0

Chrominance Verte du Pixel jaune 3-4
 $V = 1/4 \times = 117,5$

Calcul de la chrominance Verte manquante pour les Pixels à 0 de la matrice démultiplexée Verte.

$V = (1 \times 120 + 1 \times 130 + 1 \times 115 + 1 \times 105) / 4$

Matrice CV unique

0	1	0
1	4	1
0	1	0

$V = 1/4 \times$

On fusionnera les matrices CV1 et CV2 en une matrice unique CV qui impactera les bons pixels en fonction de la position du pixel central de celle-ci. On pourra faire ainsi une itération continue de dématricage de la matrice démultiplexée verte.

L/C	1	2	3	4	5	6
1	150	0	140	0	125	0
2	0	130	0	100	0	120
3	125	0	120	0	115	0
4	0	110	0	105	0	95
5	115	0	110	0	105	0

CV₂

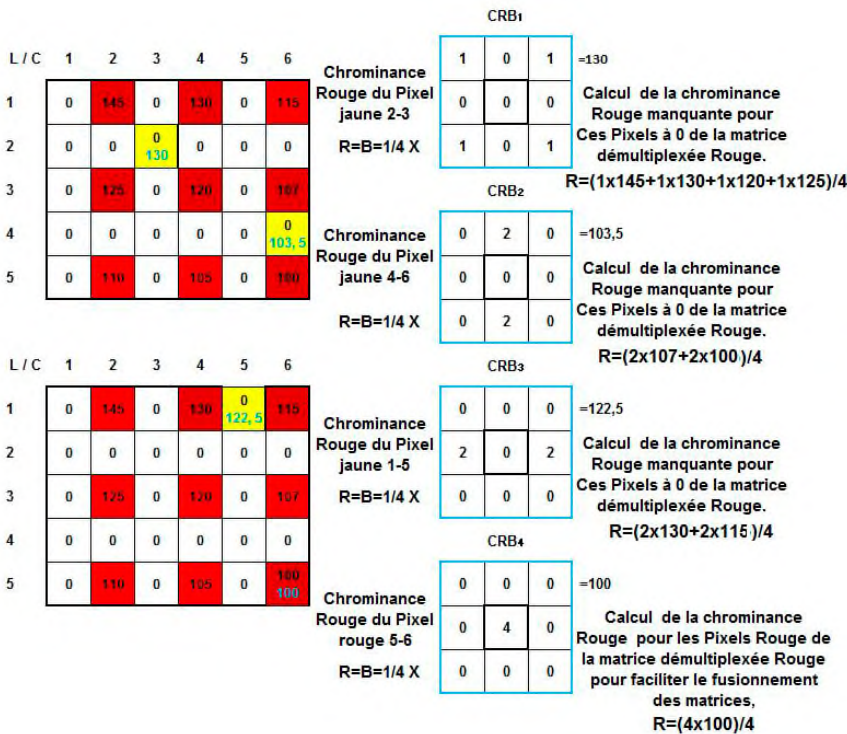
0	0	0
0	4	0
0	0	0

Chrominance Verte du Pixel vert 2-4
 $V = 1/4 \times = 100$

Calcul de la chrominance Verte pour les Pixels Vert de la matrice démultiplexée Verte pour faciliter le fusionnement des matrices.

$V = (4 \times 130) / 4$

Matrice Rouge ou Bleue CRB

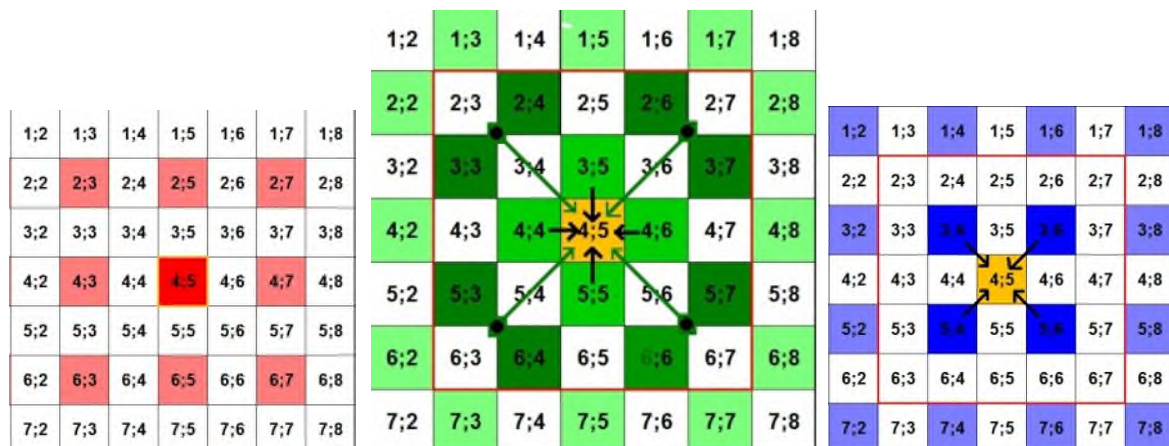


On fusionnera les matrices CRB1,CRB2,CRB3,CRB4 en une matrice CRB unique qui impactera les bons pixels en fonction de la position du pixel central de celle-ci. On pourra faire ainsi une itération continue de dématricage de la matrice démultiplexée Rouge.

La topologie de ces deux matrices est identique. Les masques de convolution seront donc les mêmes. Pour éliminer l'effet de bord, la convolution pourra ne porter que sur une matrice plus petite qui élimine les 2 pixels les plus extérieurs.(4 colonnes et 4 lignes extérieures de moins) ou utiliser pour ses pixels extérieurs une autre matrice de convolution.

5 - Interpolation bicubique

Pixel central Pi rouge



- **La composante rouge** du pixel central P_i est connue.
- **La composante verte manquante V_o** du pixel central P_i rouge sera quantifiée par un algorithme calculant la moyenne pondérée (coefficient K), dans un rayon de 2 pixels (carré de 5×5 pixels), sur les 4 pixels verts voisins et les 8 pixels verts extérieurs du pixel central rouge. Le coefficient K mesure l'influence des pixels extérieurs sur la chrominance verte du pixel central. Si $K=1$, on a une interpolation bilinéaire.

$$V_o = K \times (V_{35}+V_{46}+V_{55}+V_{44}) / 4 + (1-K) \times (V_{24}+V_{26}+V_{37}+V_{57}+V_{66}+V_{64}+V_{53}+V_{33})/8$$

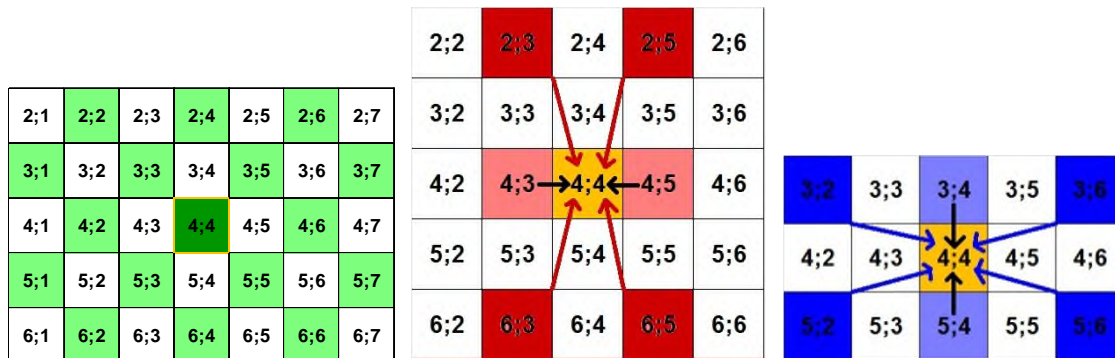
- **La composante bleue manquante B_o** du pixel central P_i rouge. Pour la calculer, on fera une interpolation bilinéaire entre les 4 pixels voisins.

$$B_o = (B_{34}+B_{36}+B_{54}+B_{56})/4$$

Pixel central P_i bleu

Même raisonnement que pour le pixel central rouge en ce qui concerne V_o et R_o .

Pixel central P_i vert ligne rouge



La composante verte du pixel central est connue. L'algorithme quantifie la composante rouge manquante R_o du pixel central P_i dans un rayon de 2 pixels (carré de 5×5 pixels), en calculant une moyenne pondérée (coefficient K) sur les 2 pixels rouges voisins et les 2 pixels rouges extérieurs. Le coefficient K quantifie l'influence des pixels extérieurs sur la chrominance verte du pixel central. Si $K=1$, on revient à une interpolation bilinéaire.

$$R_o = K \times (R_{43}+R_{45}) / 2 + (1-K) \times (R_{23}+R_{25}+ R_{65}+R_{63})/4$$

Et de même pour la composante bleue du pixel central vert.

$$B_o = K \times (B_{34}+B_{54})/2 + (1-K) \times (B_{32}+B_{36}+B_{52}+B_{56})/4$$

Pixel central Pi vert ligne bleue

Même raisonnement que pour le pixel vert ligne rouge en ce qui concerne Ro et Bo.

Masque de convolution (Pixel central Pi rouge)

	1		1	
1		6		1
	6	32	6	
1		6		1
	1		1	

En bilan, il faut se souvenir que le dématriçage consiste à reconstituer l'image à partir d'informations incomplètes. Il n'y a pas de solutions-miracles mais simplement des meilleures et des moins bonnes.