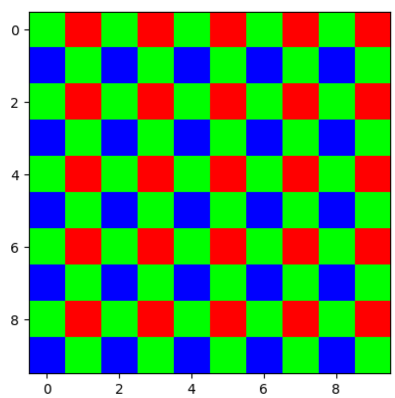
Rapport de projet : Demosaicking

Alexis DAVID

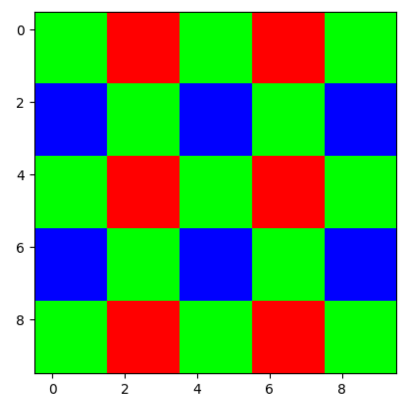
January 2024

Introduction

Dans ce projet nous allons voir comment palier au problème des images en "mosaïque". Un capteur d'image ne peut faire l'acquisition à un instant que de l'un des trois canaux nécessaires à reconstruire une image en couleur. Ainsi, il maque à chaque pixel 2 informations qui sont acquises par les pixels voisins. Il s'agit alors pour chaque canaux RGB d'interpoler les acquisitions faites. Nous allons considérer uniquement 2 types de motifs de mosaïques : Bayer et quad bayer.



(a) Motif Bayer



(b) Motif Quad-Bayer

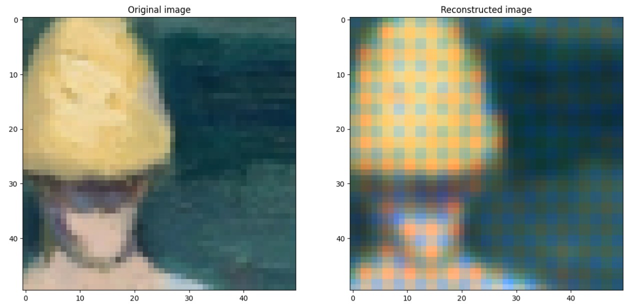
Figure 1: Comparaison entre le motif Bayer et le motif Quad-Bayer.

1 Première approche

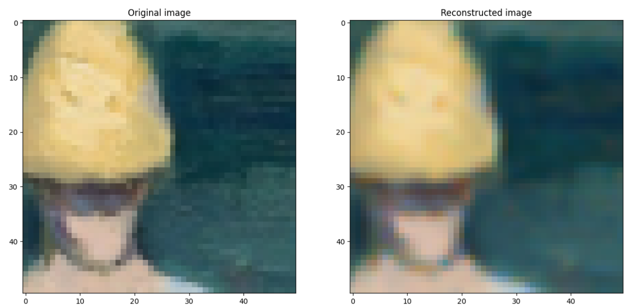
Dans un premier temps on considère une reconstruction canal par canal. Pour chacun des canaux RGB on va reconstruire l'information d'un pixel manquante en fonction des valeurs des voisins. Plus un voisin est proche plus il aura une grande importance. Comme le motif quad a une plus grande périodicité il faut une matrice de convolution plus grande pour couvrir une zone de la taille au moins 5x5 car le prochain pixel de la bonne couleur et toujours à une distance de 1 pixel d'un côté mais 2 de l'autre. Nous ne prenons pas plus grand car le résultat sera trop lissé sinon. Nous utilisons donc les matrices suivantes :

$$\text{Matrice de convolution pour le motif bayer : } \begin{bmatrix} 0.0625 & 0.125 & 0.0625 \\ 0.125 & 0.25 & 0.125 \\ 0.0625 & 0.125 & 0.0625 \end{bmatrix}$$

$$\text{Matrice de convolution pour le motif quad-bayer : } \frac{1}{25} * \begin{bmatrix} 1 & 2 & 3 & 2 & 1 \\ 2 & 4 & 6 & 4 & 2 \\ 3 & 6 & 9 & 6 & 3 \\ 2 & 4 & 6 & 4 & 2 \\ 1 & 2 & 3 & 2 & 1 \end{bmatrix}$$



(a) Motif quad-bayer



(b) Motif bayer

Figure 2: Interpolation par noyaux gaussien (droite) et image originale (gauche)

On voit que la convolution par une matrice de valeurs uniquement positives donne un effet de lissage. Même si le rendu de loin est très satisfaisant, on voit que de près on perd les informations de hautes fréquences car la matrice utilisée agit comme un passe bas.

	PSNR	SSIM
quad	22.98	0.5359
bayer	31.61	0.8823

Table 1: Résultats pour la première méthode

Les résultats ne sont pas encore satisfaisant. Nous allons maintenant faire un interpolation bilinéaire avec une amélioration par le gradient.

2 Interpolation bilinéaire avec ajout de gradient pour le motif bayer

On s'intéresse maintenant au motif de bayer. Plutôt que de considérer la même matrice de convolution pour tous les pixels on va en utiliser plusieurs en fonction de si on on cherche à interpoler les verts, les rouges ou les bleus. Ces matrices devront permettre d'utiliser la couleur que l'on ne cherche pas à interpoler pour détecter un gradient. Grâce à ce calcul de gradient on peut savoir si le pixel est sur une bordure et dans ce cas apporter un correction. En effet, on suppose que les pixels sur des bordures ont une bien plus grande luminance que chrominance.

Cette méthode vise à préserver les bordures en apportant un terme correctif à l'interpolation bilinéaire. Ainsi pour estimer la valeur de vert "g" à la position (i,j) on utilise l'estimation avec l'interpolation bilinéaire $\hat{g}_B(i,j)$ et on ajoute le terme correctif qui est donné par le gradient $\Delta_g(i,j)$.

$$\hat{g}(i,j) = \hat{g}_B(i,j) + \alpha\Delta_g(i,j) \tag{1}$$

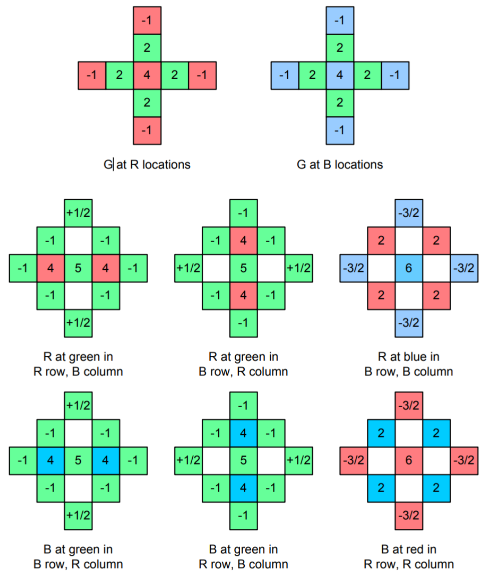


Figure 3: Matrice de convolution pour interpolation linéaire du motif bayer

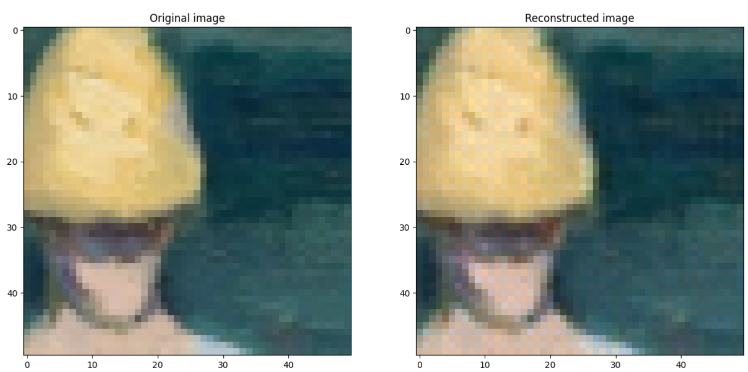


Figure 4: Résultat de l'interpolation linéaire améliorée pour le motif bayer

α contrôle l'importance du terme correctif. Le but étant de détecter une bordure. Si une bordure est détectée alors on augmente la luminance mais pas la chrominance.

On voit figure 3 les matrices de convolutions utilisées. Comme le motifs pour les bleu et pour les rouges sont les même pour le cas du masque "bayer" on utilise donc les mêmes matrices. Le vert est 2x plus fréquent et subit donc un traitement adéquat à son motif. Dans tous les cas, on fait la différence entre les pixels périphériques et celui du centre pour connaître la valeur du gradient, puis on ajoute à l'interpolation bilinéaire une partie de la valeur du gradient. On voit que pour interpoler le vert on aura plus d'information que le rouge ou le bleu car à chaque fois on a l'information du gradient vertical et horizontal alors que pour le rouge et le bleu on a une fois l'une et une fois l'autre.

On voit figure 4 que les bordures on été grandement améliorées.

3 Interpolation bilinéaire avec ajout de gradient pour le motif quad-bayer

En reprenant le postulat précèdent on va implémenter une solution similaire pour le motif quad-bayer. On considère les noyaux de convolutions de la figure 5

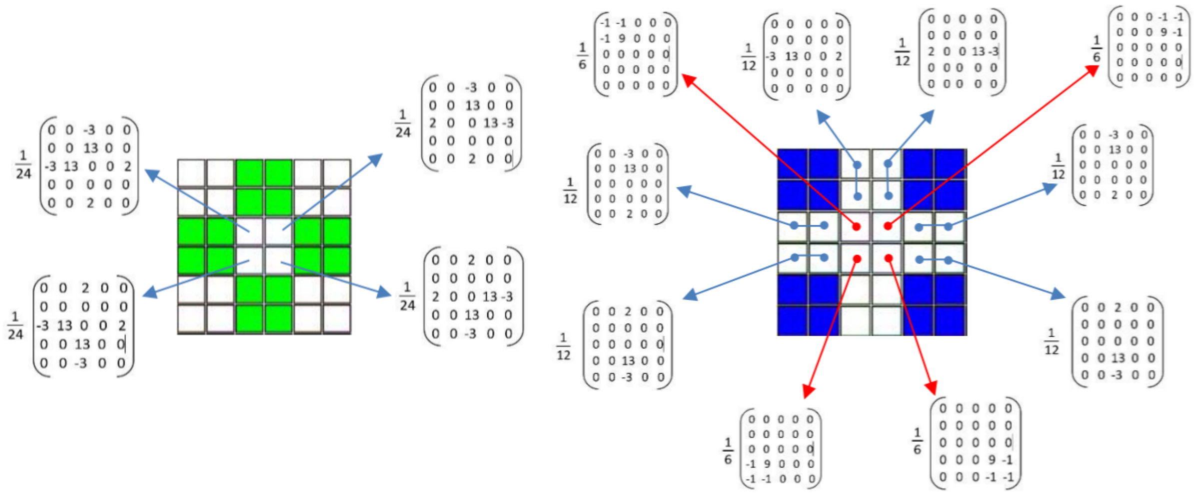


Figure 5: Noyaux de convolutions pour l'interpolation avec correction par gradient pour le motif quad-bayer

Voici la reconstruction obtenue

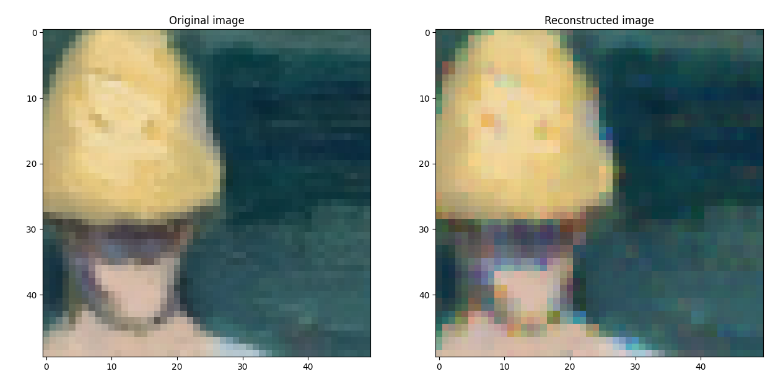


Figure 6: Résultat de l'interpolation linéaire améliorée pour le motif quad-bayer (droite) et originale (gauche)

4 Conclusion

En apportant une information sur le gradient à l'interpolation bilinéaire on améliore la reconstruction (cf table 2). Les résultats pourraient être améliorés en essayer d'apprendre le paramètre α qui contrôle l'importance relative de l'interpolation bilinéaire et de l'information du gradient. Les résultats affichés sont zoomés pour remarquer les défault mais à taille originale le résultat est très satisfaisant. (cf figure 7 et 8)

	PSNR	SSIM
bayer	33.41	0.9241
quad	28.45	0.8279

Table 2: Résultats pour le motif bayer et quad-bayer avec amélioration

Figure 7: Reconstruction d'une image entière avec la seconde méthode sur motif bayer

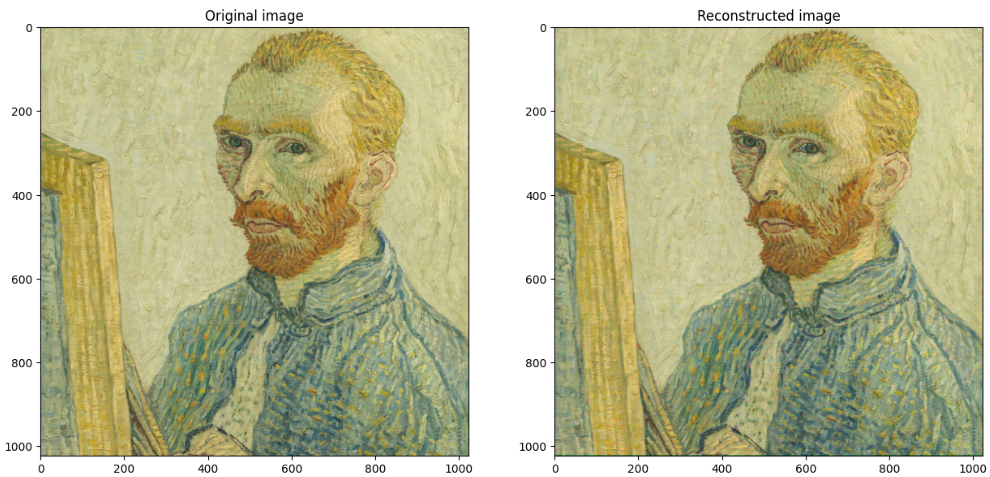


Figure 8: Reconstruction d'une image entière avec la seconde méthode sur motif quad-bayer

Référence

- *Henrique S. Malvar, Li-wei He, and Ross Cutler* HIGH-QUALITY LINEAR INTERPOLATION FOR DEMOSAICING OF BAYER-PATTERNED COLOR IMAGES

- Pyxalis : lien pyxalis