



TP2 : Pipeline JPEG2000

Présenté à

Hughes Perreault

Par Éliisa Correia-Martins - 1880313

Dans le cadre du cours

INF8770 : Technologies multimédias

Département de génie informatique

Polytechnique Montréal

2 novembre 2020

Provenance du code

Le code pour le codage Lempel-Ziv-Welck est écrit par le professeur Guillaume-Alexandre Bilodeau et peut être retrouvé sur le Github du cours. (<https://github.com/gabilodeau/INF8770/blob/master/Codage%20LZW.ipynb>). Une fonction pour obtenir la longueur originale d'un message a été ajoutée et est extraite du code original afin d'obtenir la longueur de l'image originale sans devoir passer par l'encodage complet. Le code du sous-échantillonnage de la chrominance est inspiré d'un article rédigé par Siddik Açıl (<https://medium.com/@sddkal/chroma-subsampling-in-numpy-47bf2bb5af83>).

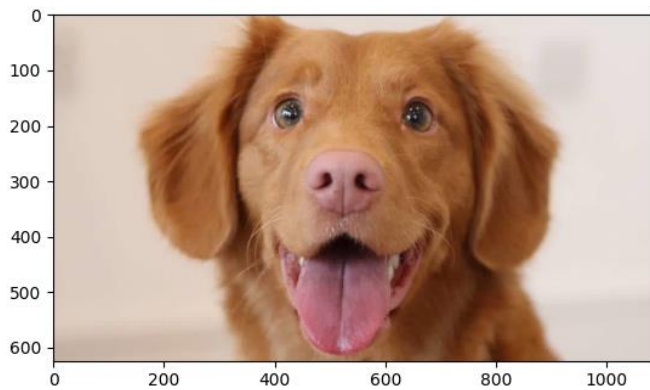
Le reste du code est original. Les variables du code sont l'image, le niveau de récursion pour la DWT, le seuil de zone morte et le pas pour la quantification. Les expériences ont été réalisées avec un niveau de récursion de 3, un seuil de 2 et un pas de 1, sauf si préciser autrement.

Question 1

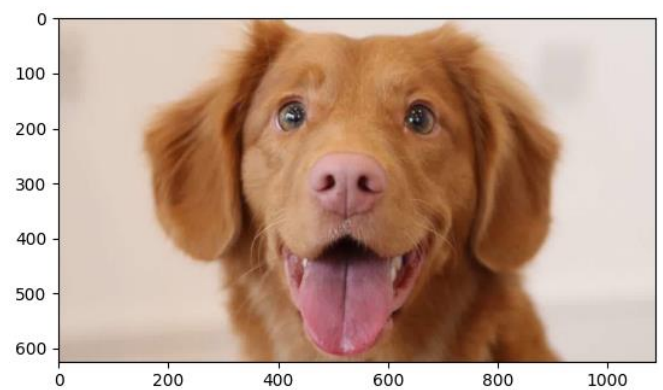
Discutez des effets positifs et négatifs du sous-échantillonnage $4 : 2 : 0$ lors de la conversion RGB/YUV. Comparez avec au moins un autre sous-échantillonnage de votre choix. Les facteurs à discuter sont par exemples la qualité visuelle et le taux de compression. À votre avis, pourquoi fait-on un changement de l'espace de couleur avant de faire un sous-échantillonnage ?

Contrairement à l'échantillonnage 4:4:4 par exemple, le sous-échantillonnage 4:2:0 permet de compresser l'image. Cependant, il s'agit d'une compression avec perte. On perd de l'information sur la couleur puisque seulement deux pixels sur la première rangée possèdent ses données originales de couleur (U et V). Puisqu'on perd de l'information sur la couleur, alors la qualité de l'image diminue. Avec le sous-échantillonnage 4:4:4, on aurait aucune perte puisque chaque pixel garde ses données de luminance et de couleur. Cependant, l'être humain est plus sensible aux variances de la luminance que de la chrominance, alors la différence entre une image échantillonnée 4:2:0 et 4:4:4 est minime et ne sera probablement pas visible. On effectue un changement de l'espace de couleur avant de faire un sous-échantillonnage afin de pouvoir éliminer certaines composantes et par conséquent, compresser les données.

Exemple :



Échantillonnage 4:4:4
Taux de compression : 88.1%



Échantillonnage 4:2:0
Taux de compression : 90.07%

Comme on peut le constater, malgré la perte d'information de l'échantillonnage 4 :2 :0, la qualité de l'image demeure très bonne.

Question 2

Expliquez l'usage de la DWT dans ce contexte. La DWT seule permet-elle de compresser?

La DWT seule ne permet pas de compresser, mais elle va permettre de remplacer plusieurs pixels par des valeurs proche de 0, ce qui va permettre une meilleur compression lorsque suivi de la quantification qui va éliminer les valeurs en dessous d'un certain seuil et de la compression LZW. La DWT va produire quatre sous-images par étage. Ceux-dans le 1^{er}, 3^{ème} et 4^{ème} quadrant représente les « détails » de l'image originale et sont alors représentés par des valeurs proche de 0 pour les régions sans beaucoup de détails et par des valeurs de 1 pour les régions avec beaucoup de détails. La sous-image du 2^{ème} quadrant est celle qui est la plus proche de l'image originale, c'est-à-dire que les valeurs des pixels se rapprochent de celles de l'image originale.

Question 3

Quel est l'impact du niveau de récursion de la DWT sur le taux de compression et la qualité visuelle ? Pourquoi ?

Pour la première récursion, le $\frac{3}{4}$ de l'image sera composé de valeurs proche de 0 (quadrant 1, 3 et 4). Pour la deuxième récursion, les quadrants 1, 3 et 4 du premier quadrant de la première récursion sera aussi composé de valeurs proches de 0, et ainsi de suite pour les prochaines récursions. L'utilisation de plusieurs niveaux de récursion permet alors d'aller chercher un meilleur taux de compression, puisqu'on augmente le nombre de pixels noirs à chaque récursion. Cependant, puisque la proportion de l'image traitée est de plus en plus petite au fil des récursions, on atteint un point où il n'est plus aussi intéressant d'augmenter le nombre de récursions. Dans le cadre du TP, trois ou quatre niveaux de récursions est adéquat.

Exemple :

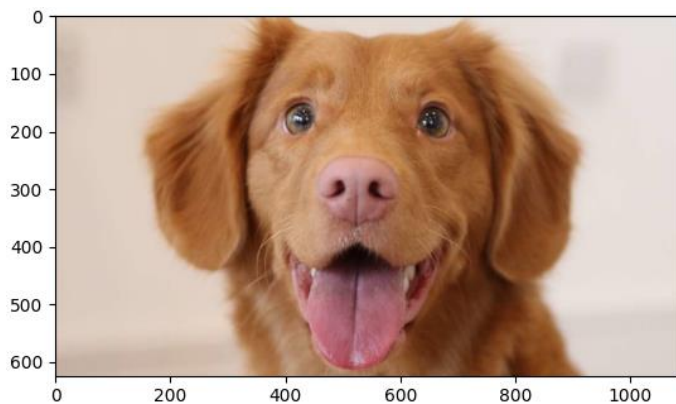


Image originale

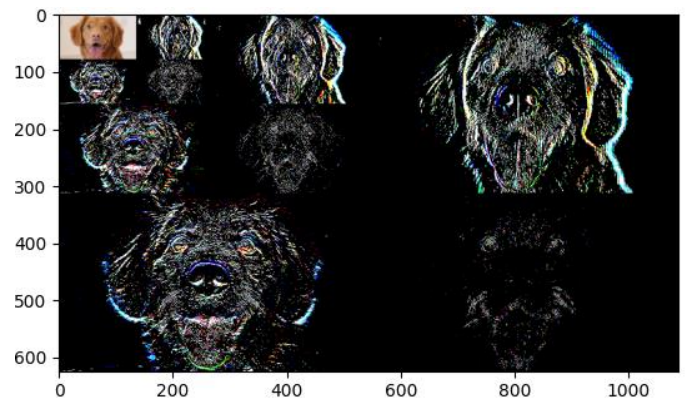






Image après 3 étages de la DWT seulement

Question 4

- 1) *Expérimentez avec quelques quantificateurs différents, et présentez vos résultats (taux de compression) sous forme de tableau. Dans cette section, vous devez aussi inclure quelques exemples de vos images compressées.*

Seuil	Pas	Taux de compression	Image compressée
1	2	93.88%	
2	1	90.07%	

2	5	97.35%	
5	2	91.88%	

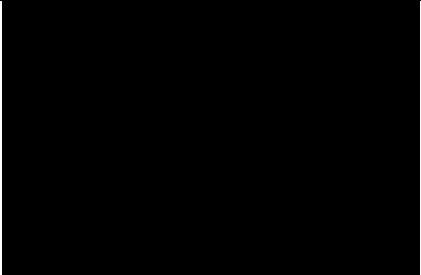
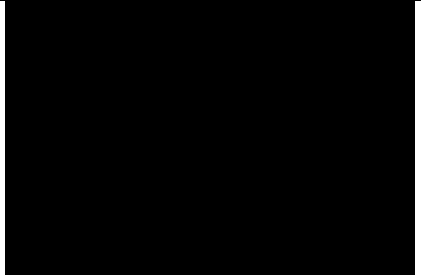






2) *Comment la qualité visuelle de l'image se dégrade-t-elle ? Observez-vous des artefacts avec une certaine structure ? Discutez.*

Lorsqu'on augmente le pas et le seuil, on peut observer certains artefacts de forme rectangulaire. Une incrémentation dans la valeur du pas a une plus grande incidence sur la qualité de l'image que l'incrémentation du seuil. Les artefacts sont plus prononcés. On peut aussi noter une différence dans les couleurs lorsque le seuil et/ou le pas ont des valeurs élevées. On peut s'attendre à ce que les couleurs changent puisqu'on met à 0 les valeurs sous le seuil et on regroupe des valeurs dans des intervalles selon le pas. On remarque particulièrement cette dégradation pour un pas de 5 (seuil de 2) et un peu moins pour un seuil de 5 (pas de 2). Pour l'image avec le seuil de valeur 5 et le pas de valeur 2, on obtient un taux de compression proche de

l'image avec le seuil de 2 et le pas de 1. Par contre, la qualité de l'image est beaucoup plus basse et visible. Pour le TP, on va donc prioriser le seuil de 2 et le pas de 1, puisqu'il offre un bon taux de compression et une très bonne qualité d'image.

Question 5

Évaluez le taux de compression de votre algorithme sur différents types d'images (image noire, image très colorée, photo standard, lent dégradé). Présentez vos résultats sous forme de tableau. Discutez des raisons qui peuvent expliquer différents taux de compression.

Type d'image	Image originale	Image compressée	Taux de compression
Image noire			$1 - \frac{11154 \text{ bits}}{\sim 0 \text{ bit}}$ <p>Négatif</p>
Très colorée			$1 - \frac{2399290 \text{ bits}}{6918912 \text{ bits}}$ <p>= 60.99%</p>
Photo standard			$1 - \frac{1616623 \text{ bits}}{18330624 \text{ bits}}$ <p>= 90.07%</p>
Lent dégradé			$1 - \frac{680289 \text{ bits}}{16200000 \text{ bits}}$ <p>= 95.28%</p>

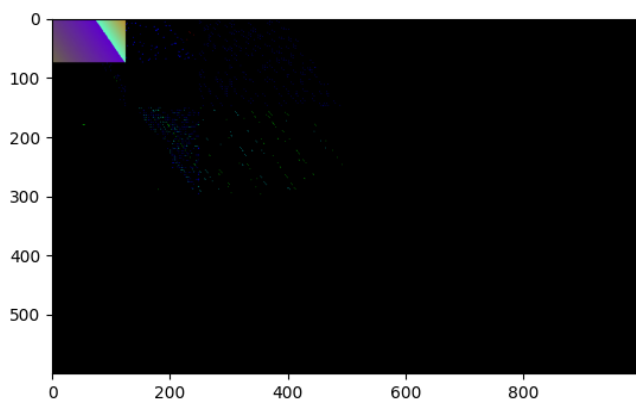
Le taux de compression de l'image noire est négatif, car l'image est uniquement composée de 0 et théoriquement la longueur originale espérée est 0. Pendant toutes les étapes du pipeline, on obtient uniquement des valeurs de 0. Cependant, lorsqu'on code avec LZW, on obtient un encodage de longueur 11154 bits.

L'image du dégradé offre le meilleur taux de compression. Ceci peut être expliqué par l'absence de hautes fréquences dans l'image. Comme expliqué à la question #2, lors de la DWT, les quadrants représentant les détails de l'image (quadrants 1, 3 et 4) seront majoritairement voire complètement noirs. On arrivera donc à une meilleure compression aux étapes subséquentes.

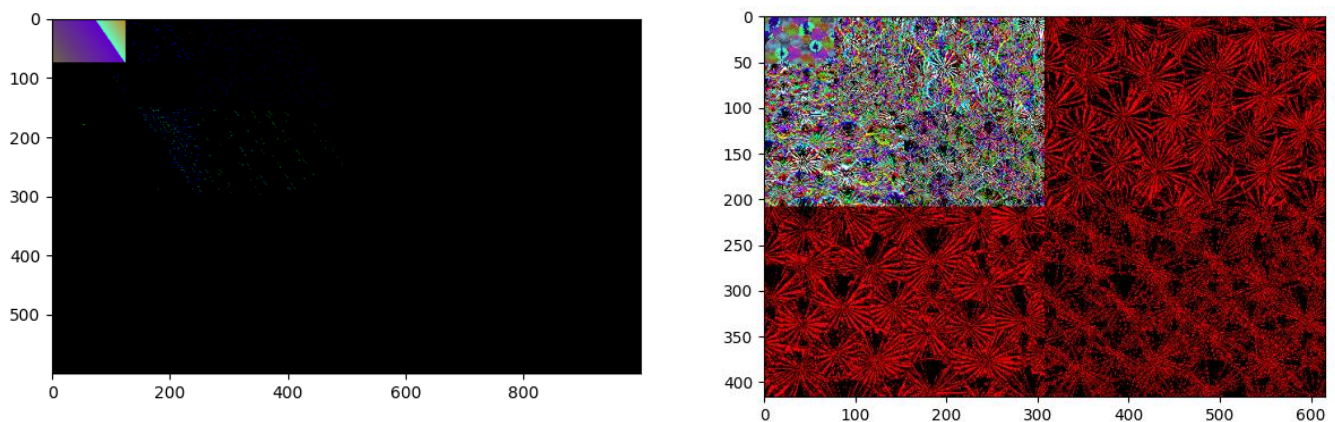
La photo très colorée offre le plus bas taux de compression. C'est le contraire de l'image de dégradé. La photo très colorée est composée de hautes fréquences, ce qui rend la DWT peu efficace pour la compression des étapes suivantes.

La photo standard offre un très bon taux de compression. Moins que le dégradé, puisqu'il y a tout de même plus de détails, mais beaucoup plus que la photo colorée, car elle n'a pas autant de hautes fréquences.

On peut observer la différence entre les DWT de l'image du lent dégradé et de l'image colorée.



DWT lent dégradé



DWT image colorée

Question 6

Nommez un avantage de la DWT par rapport à la DCT, et expliquez pourquoi.

La DWT à elle seule, ne crée pas d'effet de bloc contrairement à la DCT. La DCT sépare l'image en blocs de pixels de même taille et applique la transformée sur chacune des tuiles, ce qui peut faire paraître les frontières de ces blocs. Chacun des pixels de ces tuiles ont la même valeur, ce qui donne l'effet de bloc. La DWT, quant à elle ne sépare pas l'image en blocs, alors on ne verra pas apparaître d'effet de bloc.