

De la photographie numérique à la photographie computationnelle

CES8AH - École des Mines de Nancy

Séance 7

Frédéric Sur

Le but de ce TP est d'expérimenter l'estimation du bruit à partir d'une seule image.

1 Estimation sur des images de mire

Chargez une des images de mire, et calculez les moyennes et variances des niveaux de gris sur les zones de même niveau de gris.

Stockez les valeurs pour différentes zones dans deux matrices colonnes, moyenne et variance.

```
>> figure, plot(moyenne, variance, 'x'), hold on
```

trace le nuage de points des couples (moyenne, variance).

```
>> [coef, coefint]=regress(variance, [ones(length(variance), 1), moyenne]);
```

calcule les coefficients `coef` de la régression linéaire sur ce nuage de points, les intervalles de confiance des estimations étant donnés par `coefint`.

On superpose la droite au graphe par :

```
>> X=[min(moyenne):10:max(moyenne)];
```

```
>> plot(X, coef(1)+coef(2)*X, 'r')
```

Comparez les résultats obtenus à ceux figurant dans l'article [3] disponible ici :

<http://www.loria.fr/~sur/articles/sur15measuring.pdf>

Cf. page 639, table 5.

2 Estimation sur des images quelconques par l'étude des coefficients de DCT

Dans une image quelconque, les zones homogènes peuvent être difficiles à identifier, et la méthode précédente ne s'automatise pas simplement.

Nous allons étudier une version simplifiée de la méthode de N. Ponomarenko *et al.* [2] telle qu'étendue par M. Colom et A. Buades [1] ici : <http://www.ipol.im/pub/art/2013/45/>

Soit B une imagerie de taille 8×8 pixels, et $C = \text{DCT2}(\tilde{B})$. Si les valeurs des niveaux de gris de B sont indépendants et identiquement distribués selon une loi normale de variance σ^2 , alors il se trouve que les coefficients de C aussi.

Vérifiez numériquement cette propriété avec Matlab.

Une imagerie non bruitée correspondant à une zone homogène (niveau de gris constant) à des coefficients de DCT tous nuls, sauf celui de coordonnées (1,1) qui correspond à la valeur moyenne.

Lorsque le niveau de gris n'est pas constant, et si l'imagette ne contient pas de texture haute fréquence, les coefficients de DCT sont concentrés autour des basses et moyennes fréquences, comme on l'a vu dans l'étude de JPEG. Dans une imagette bruitée, les coefficients de DCT hautes fréquences proviennent donc essentiellement du bruit.

Testez cette hypothèse en ajoutant un bruit gaussien à une imagette 32×32 homogène issue d'une image réelle « non bruitée » (voir ci-dessous), et en estimant la variance de ce bruit à l'aide des coefficients hautes fréquences de la DCT.

En vous inspirant de votre code pour JPEG, calculez une estimation de la variance du bruit sur chaque bloc 8×8 à partir des composantes hautes-fréquences de la DCT. Les composantes hautes fréquence d'une matrice C des coefficients de DCT pourront être les $C_{i,j}$ tels que $i + j > 10$.

Tracez le nuage des couples (moyenne, variance), et calculez les paramètres de la régression.

Complément. Les blocs comprenant une texture haute fréquence (ou traversés par un contour) biaisent l'estimation de la variance. Restreignez l'étude des couples (moyenne, variance) à ceux qui ont la variance des basses fréquences dans le quantile à 5% parmi les blocs dont la moyenne est dans un intervalle de longueur, disons, 20 niveaux de gris. (Ces blocs de variance basse fréquence faible sont donc probablement des blocs de niveaux de gris homogènes).

Données

Vous testerez votre algorithme sur des données synthétisées à partir des images « no noise » de la page de démonstration d'IPOL, de la manière suivante par exemple :

```
>> Imanoise = g*poissrnd(Ima/g)+mu+sigma*randn(size(Ima));
```

de manière à ce que la variance y du bruit soit reliée à la moyenne x par : $y = g \cdot x + \sigma^2 - g \cdot \mu$.

Vous utiliserez aussi les données réelles fournies et les comparerez aux valeurs trouvées par d'autres méthodes.

Références

[1] M. Colom, A. Buades. Analysis and extension of the Ponomarenko et al. method, Estimating a noise curve from a single image. *Image Processing On Line*, no. 3, pages 173–197, 2013.

[2] N.N. Ponomarenko, V.V. Lukin, M.S. Zriakhov, A. Kaarna, J.T. Astola. An automatic approach to lossy compression of AVIRIS images. *IEEE International Geoscience and Remote Sensing Symposium*, pages 472-475, 2007

[3] F. Sur, M. Grédiac. Measuring the noise of digital imaging sensors by stacking raw images affected by vibrations and illumination flickering. *SIAM Journal on Imaging Sciences*, vol. 8, no. 1, pages 611-643, 2015.