

TP : Amélioration d'images

Jonathan Fabrizio
<http://jo.fabrizio.free.fr/>

Objectif

L'objectif de ce T.P. est de comprendre le codage des images, de survoler des techniques d'amélioration d'images (comprendre comment elles fonctionnent et quand les utiliser i.e. quels résultats attendre). Nous essayerons d'améliorer le contraste, la couleur ou encore la netteté de l'image.

Pour ce T.P. nous ne tiendrons pas compte du gamma de l'image.

Outils

Pour y parvenir vous disposez de deux classes images `tifo::gray8_image` et `tifo::rgb24_image` (dans `image.hh`) ainsi que deux fonctions pour lire ou écrire des images : `tifo::load_image` et `tifo::save_image` (dans `image_io.hh`). Le format d'images supporté par ces fonctions est le format TGA 24 bits non compressé (même si le TGA peut supporter plus de formats différents). De même, pour vous aider, un petit lot d'images a été sélectionné pour vous. Même si du code vous est donné, vous êtes libre d'utiliser le langage/la bibliothèque de votre choix pourvu que vous puissiez accéder directement aux pixels de l'image. Idem pour les images, vous pouvez (et c'est même conseillé) tester sur plus d'images. Enfin vous pouvez utiliser GIMP (ou autre) pour vérifier vos résultats.

En cas de soucis avec la compilation

Pour les utilisateurs de Mac, par exemple, le Makefile ne semble pas fonctionner. Si vous avez des problèmes commentez le contenu des deux fonctions (`color` et `default_color`).

Si vous avez un problème avec le `aligned_alloc`, remplacez le simplement par un `malloc`.

1 Renforcement du contraste

Dans cette section nous allons implémenter l'égalisation d'histogramme afin d'augmenter le contraste de l'image. Nous l'appliquerons sur des images en niveaux de gris mais aussi sur des images couleurs pour illustrer l'utilisation de l'histogramme pour des images couleurs. (Pour vérifier vos résultats vous pouvez tester sous GIMP dans `color`, `auto`, `egalize` ce qui permet d'égaliser l'histogramme d'une image en niveaux de gris ou en RGB. Si vous souhaitez réaliser l'égalisation sur un autre espace de couleurs, une solution est de séparer les canaux de l'images (`color`, `components`, `decompose`), d'appliquer l'égalisation (`color`, `auto`, `egalize`) puis recomposer l'image (`color`, `components`, `compose`).

1.1 Histogramme - Image en niveaux de gris

Calcul de l'histogramme

Écrivez une fonction qui prend en paramètre une image en niveaux de gris (256 niveaux : 1 canal, 8bits/pixel) et qui renvoie son histogramme (type `tifo::histogram_1d`). Vous pouvez réfléchir à un moyen de visualiser cet histogramme afin de s'assurer qu'il soit correct.

Pour pouvoir utiliser votre fonction, vous devrez programmer une fonction qui vous permet de passer d'une image couleurs à une image en niveaux de gris (et inversement) dans la mesure où les fonctions `tifo::load` et `tifo::save` fonctionnent uniquement avec des images comportant 3 canaux, 8 bits/canal.

Modification de l'histogramme

Légaliser l'histogramme! Après s'être assuré d'en avoir bien compris le principe, écrivez une fonction qui réalise l'égalisation d'histogramme sur une image en niveaux de gris.

Testez votre programme sur plusieurs images. Appliquez votre/vos fonction(s) sur des images et regardez/critiquez les résultats. Attardez vous sur les images 20140712_163729, 20150509_195616 et 20161003_081255. Comparez les images d'origine (passées en niveaux de gris) et les images corrigées. Quels sont les améliorations? Quels sont les dégradations? Pourquoi?

Éventuellement vous pouvez aussi réaliser un étirement d'histogramme ou appliquer une fonction de votre choix (optionnel).

1.2 Histogramme - Image en couleur

Il y a plusieurs manières de travailler avec l'histogramme sur des images en couleurs. Pour compléter un peu le cours nous allons voir ici une manière de faire.

Le modèle R. G. B.

Une première idée est d'appliquer les traitements sur les différents canaux R. G. B. séparément. Nous allons explorer cette manière. Pour ne pas avoir à refaire le travail sur l'histogramme, vous allez écrire deux fonctions : une qui prend une image couleur et qui sépare les différents canaux pour obtenir trois images en niveaux de gris (une par canal). L'autre qui prend trois images en niveaux de gris (représentant chaque canal) et qui les combine pour former une image en couleur.

Vous pouvez maintenant faire une fonction qui applique une égalisation d'histogramme sur une image couleur en :

- décomposant l'image suivant les canaux R, G et B,
- appliquant la fonction précédente sur chaque image obtenue,
- recombinaison des trois résultats.

Appliquez votre/vos fonction(s) sur des images et regardez/critiquez les résultats. Regardez particulièrement les résultats des images 20150508_195616, 20160805_105246 ou encore 20161003_081255. Analyser les résultats : quels sont les améliorations, les dégradations? Où et quand ces clichés ont-ils été pris? En plus des défauts vus sur les images en niveaux de gris, quel est le principal défaut qui apparaît?

Si vous avez écrit d'autres fonctions, réalisant d'autres corrections basées sur l'histogramme vous pouvez suivre la même stratégie pour appliquer ces corrections sur des images en couleur.

Le modèle H. S. V.

Les résultats basés sur l'application des corrections sur les canaux R. G. B. donnent des résultats décevants. Ce n'est pas une bonne stratégie. Peut-être qu'en changeant d'espace de couleur nous pourrions obtenir de meilleurs résultats sur certaines images. Nous allons, dans cette section, appliquer les corrections sur un autre canal. Une idée intuitive serait d'utiliser le canal L (luminance) toutefois dans cette section (et pour compléter le cours), nous l'appliquerons sur le canal V (valeur). Cela nous permettra de voir (encore) un autre espace de couleurs.

Écrivez une fonction qui prenne en paramètre un triplet (r, g, b) et qui renvoie la conversion de cette couleur dans l'espace HSV (i.e. un triplet (h, s, v)).

Vous pouvez maintenant faire une fonction qui applique une égalisation d'histogramme sur une image couleur en :

- décomposant l'image suivant les canaux H, S et V,
- appliquant la fonction précédente sur l'image correspondant au canal V,
- recombinaison des trois images.

Appliquez votre fonction sur des images et regardez/critiquez les résultats. Comparez avec les résultats de la section précédente. Pourquoi, sur l'image 20140326_124555 le nuage devient-il noir?

2 Modification de la couleur

Nous allons maintenant essayer d'améliorer la saturation d'une image.

Ce n'est pas le meilleur espace de représentation de couleur pour réaliser ce traitement mais nous allons travailler dans l'espace HSV étant donné que nous avons déjà les fonctions de conversion pour cet espace.

Faites une fonction qui prend une image en couleur ainsi qu'un paramètre et qui modifie la saturation proportionnellement à ce paramètre. (si le paramètre est inférieur à 1, l'image en sortie doit être plus terne, si le paramètre est supérieur à 1, l'image doit être moins terne).

Appliquez votre fonction sur des images et regardez/critiquez les résultats. Pourquoi, pour l'image 20160805_105246, il est difficile d'augmenter la saturation de l'image (hormis le bleu) ?

3 Amélioration de la netteté de l'image

Pour terminer ce T.P. nous allons améliorer la netteté des images.

3.1 Le produit de convolution

Écrivez une fonction qui réalise le produit de convolution entre une image et un masque passé en paramètre.

3.2 Le Laplacien

Écrivez une fonction qui prend en paramètre une image en niveau de gris, et qui améliore la netteté de l'image en utilisant le Laplacien comme vu en cours. Vous pourrez vous aider de la fonction précédente.

Écrivez une fonction qui prend en paramètre une image en niveaux de gris et un paramètre k , et qui améliore la netteté de l'image en utilisant le Laplacien proportionnellement au paramètre k .

Appliquez votre fonction sur des images et regardez/critiquez les résultats. Quels sont les améliorations? Quels sont les dégradations? Pourquoi? Regardez attentivement l'image 20160805_105246; Que dire du ciel? Que dire des arbres en bas à droite? Quel est le cactus visible dans cette zone?

S'il vous reste suffisamment de temps vous pouvez étendre ce traitement à des images en couleur.

3.3 High boost

Une stratégie différente pour améliorer la netteté d'une image consiste à :

- filtrer une image avec un filtre Gaussien
- faire la différence entre le résultat du filtrage et l'image originale
- ajouter le résultat de la différence à l'image d'origine.

Faites une fonction pour améliorer la netteté qui repose sur ce procédé.

Appliquez votre fonction sur des images et comparez les résultats avec les résultats obtenus par le Laplacien.