

Pierre DIEUMEGARD
prof de SVT
Lycée Pothier
45044 Orléans Cedex
pierre.dieumegard@free.fr

Analyse d'image de fruits en Scilab et Matlab-Freemat

Lorsque les fruits mûrissent, leur surface change de couleur ; par exemple, les tomates passent du vert au rouge, les bananes passent du vert au jaune puis au brun, etc.

Pour quantifier ce phénomène, on peut photographier numériquement les fruits, puis analyser informatiquement les images ainsi obtenues.

1 - Images obtenues par les appareils photo numériques

1.1 Codage des images

Les appareils photo numériques habituels font la mesure des couleurs selon la sensibilité de l'oeil humain, c'est à dire avec trois couleurs fondamentales, le rouge, le vert et le bleu. Ils codent chaque pixel sous la forme d'un triplet de valeurs : une pour le rouge, une pour le vert et une pour le bleu. Chaque couleur est codée sur un octet (8 bits) : l'absence de couleur correspond à 0, et l'intensité maximale de la couleur correspond à 255.

Il existe plusieurs formats d'images dont le plus répandu est le type .jpg (ou .jpeg), qui comprime l'image (avec une certaine perte d'information) ; le type .bmp occupe plus de mémoire car l'information n'est pas comprimée, mais il a le double avantage de ne pas perdre d'information et d'être assez simple en programmation. Les logiciels de dessin permettent la conversion d'un type dans un autre, mais il ne faut pas abuser de telles conversions, car un peu d'information est perdu à chaque fois.

Parmi les logiciels de calcul numérique cités ci-dessous, Matlab et Freemat permettent de charger aussi bien les images .jpg que les images .bmp. Octave demande des images .jpg.

Fondamentalement, Scilab ne peut pas charger de fichier d'images, mais diverses extensions lui en donnent la possibilité ; la bibliothèque utilisée ici ne charge que les images .bmp.

On peut considérer une image comme une matrice à trois dimensions. Deux des dimensions correspondent à la largeur et à la hauteur de l'image, et le nombre de pixels correspond au produit largeur*hauteur. La troisième dimension est constituée par le triplet des valeurs colorées en rouge, vert et bleu, par exemple un pixel noir sera (0,0,0), un pixel blanc sera (255,255,255), un pixel rouge sombre (255,0,0), un pixel vert moyen sera (50,255,50), un pixel bleu clair sera (125,125,255).

1.2 Utilisation des logiciels de dessin et de modifications d'images

Adobe Photoshop Eléments : le menu Image | histogramme donne pour chaque couche (couleur primaire) l'histogramme de répartition des pixels, mais aussi la valeur moyenne. A partir de la valeur moyenne du rouge, du vert et du bleu, on peut calculer des indices comme décrits dans les paragraphes ci-après.

2 - Programmation de la lecture de l'image en trois matrices bidimensionnelles RVB

Chaque image (notée ici I) peut être décomposée en trois matrices correspondant aux trois couleurs, rouge, vert et bleu, qui seront nommées respectivement R, V et B.

2.1 Matlab, Freemat et Octave :

```
I = imread('nomfichier.bmp');  
ou  
I = imread('nomfichier.jpg');
```

Pour le logiciel Octave, la syntaxe est identique à Matlab-Freemat, mais il faut des images .jpg.

Pour avoir les trois matrices des trois couleurs, il faut faire

```
R=I(:, :, 1) ; V=I(:, :, 2) ; B= I(:, :, 3) ;
```

2.2 Scilab

Fondamentalement, Scilab n'est pas capable de lire les fichiers d'images. Il faut utiliser des bibliothèques extérieures, dont la plus simple est la bibliothèque bmp (de Ushakov Dmitriy (dushakov@gmail.com)), pour Windows et Linux, téléchargeable sur le site www.scilab.org. (<http://www.scilab.org/contrib/download.php?fileID=815&attachFileName=bmp-0.1.9.tar.bz2>). Sous Windows, la méthode la plus simple est de copier bmp.dll et bmp.sce dans le répertoire de travail, puis charger les fonctions imread et imwrite par `exec('bmp.sce')`.

```
I = imread('nomfichier.bmp');
```

Bien que imread ait la même syntaxe que pour Matlab et Freemat, le résultat en est différent, car le bleu est la première couleur, le vert la seconde, et le rouge la troisième.

Il faut donc faire `R=I(:, :, 3) ; V=I(:, :, 2) ; B = I(:, :, 1) ;`

3 - Calcul d'indices de couleur à partir des trois matrices R, V et B

3.1 Principe à partir du calcul de l'indice de végétation en télédétection

Les végétaux du groupe des Angiospermes émettent fortement dans l'infrarouge et le vert, et très peu dans le rouge. Il est donc classique de calculer un indice de végétation comme le rapport $I_v = (IR-R)/(IR+R)$, où IR est la luminosité dans l'infrarouge, et R la luminosité dans le rouge.

Avec les photographies numériques, il n'y a pas de mesure dans l'infrarouge, mais on peut utiliser un indice du même type pour la « rougeur » des fruits, par exemple $(R-V)/(R+V)$.

3.2 Indices calculés selon le modèle des chromatomètres

Apparemment, pour des mesures professionnelles, on peut utiliser des chromatomètres, qui donnent plusieurs indices :

- luminance (L^*) qui est la proportion de lumière visible renvoyée par l'objet
- a^* , qui est négatif pour le vert et positif pour le rouge. C'est une sorte d'indice de rougeur, qui doit bien marquer le mûrissement des tomates.
- b^* , qui est négatif pour le bleu et positif pour le jaune. C'est une sorte d'indice de jaunueur (jauintude ? jauinté ? jaunesse ?), qui doit bien marquer le mûrissement des bananes.

Il doit être possible de calculer des indices du même type à partir de photographies numériques, avec quelques limitations.

- L^* peut être calculé comme le rapport (lumière renvoyée par l'objet) / (lumière renvoyée par un objet blanc). Si l'on photographie les fruits sur un fond blanc, pour une même lumière incidente, ce calcul est possible. Une limitation en est qu'il faut que la lumière soit homogène, et surtout que ce qui sert de « blanc » soit identique pour toutes les mesures.
- a^* est l'indice précédent (rouge-vert)/(rouge+vert)
- b^* est plus difficile à calculer, puisqu'il n'existe pas de vraie mesure dans le jaune. On peut considérer que le jaune est une couleur intermédiaire entre le rouge et le vert, qui est calculable selon la formule $\text{jaune} = (\text{rouge} + \text{vert}) / 2$. On peut donc faire le calcul $(\text{jaune} - \text{bleu}) / (\text{jaune} + \text{bleu})$

3.3 Avec Freemat, Matlab, Octave ou Scilab

Il faut réaliser un fichier « blanc.bmp » ou « blanc.jpg », qui sera la photographie du fond blanc sur lequel on a fait la photo, et des fichiers correspondant aux différents objets dont on veut mesurer les caractéristiques de couleur.

Parmi les différences de programmation entre le groupe (Matlab Freemat) et Scilab : Scilab peut calculer d'emblée la moyenne d'une matrice, alors que Matlab et Freemat calculent la moyenne selon

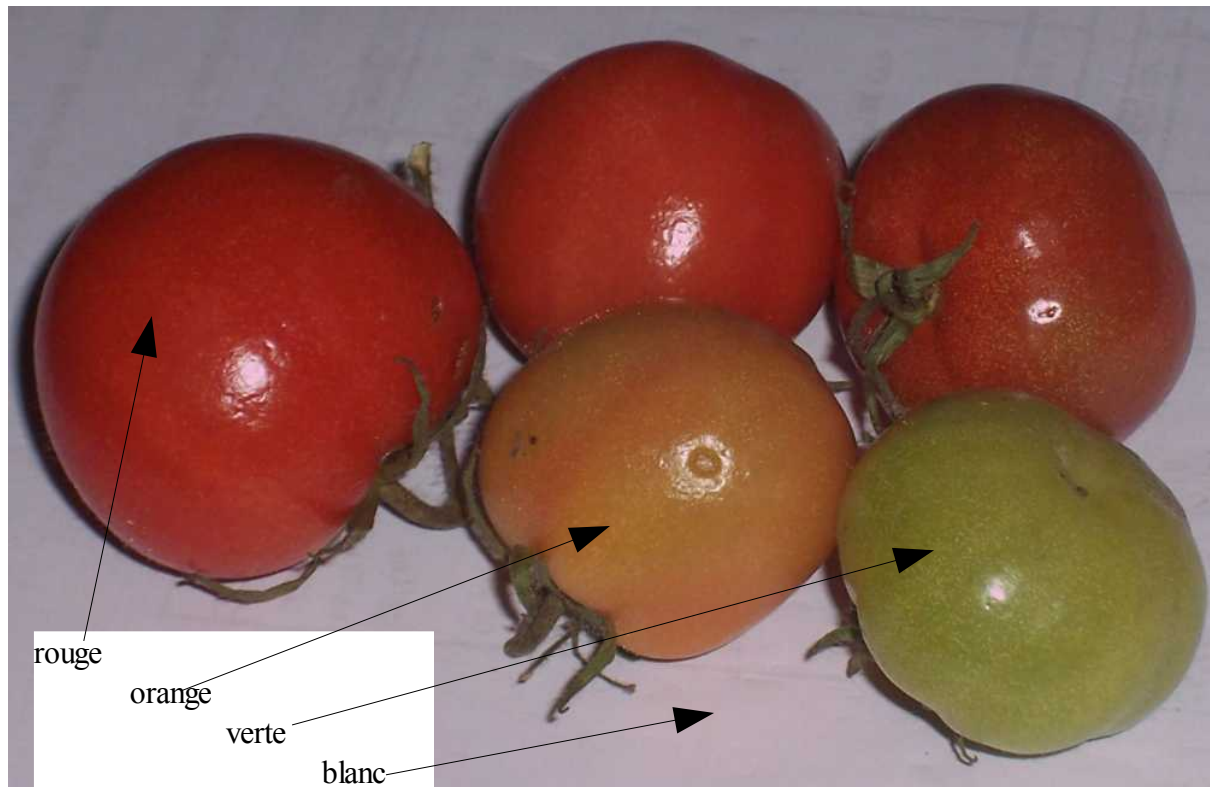
un vecteur.

Les programmes ci-dessous lisent le fichier « blanc.jpg » ou « blanc.bmp », puis demandent le nom du fichier à traiter. Après lecture de ce fichier, le programme calcule L^* , a^* et b^* et les affiche.

<pre>% pour Freemat et Matlab BLANC=imread('blanc.bmp'); M1=mean(BLANC,1); M2=mean(M1,2); blanc=mean(M2); %Matlab et Freemat font une moyenne partielle dir('*.bmp'); nf=input('nom du fichier à mesurer ? ','s'); I=imread(nf); R=I(:,:,1);V=I(:,:,2);B=I(:,:,3); M1=mean(R);r=mean(M1); M1=mean(V);v=mean(M1); M1=mean(B);b=mean(M1); l=(r+v+b)/(3*blanc); ia=(r-v)/(r+v); ib=((r+v)/2-b)/((r+v)/2+b); disp('luminance : ',l); disp('indice de rougeur a* :',ia); disp('indice de jauneur b* :',ib);</pre>	<pre>// pour Scilab ; // l'ordre des couleurs est VRB blanc=mean(imread('blanc.bmp')); disp(blanc); disp('images disponibles au format bmp : '); disp(dir('*.bmp')); nf=input('nom du fichier à mesurer ?','string'); I=imread(nf); R=I(:,:,3);V=I(:,:,2);B=I(:,:,1); r=mean(R);v=mean(V);b=mean(B); l=(r+v+b)/(3*blanc); indice_a=(r-v)/(r+v); indice_b=((r+v)/2-b)/ ((r+v)/2+b); disp('luminance : '+string(l)); disp('indice de rougeur a* : '+string(indice_a)); disp('indice de jauneur b* : '+string(indice_b));</pre>
--	--

Que ce soit un type d'image ou un autre, ou n'importe lequel des quatre logiciels de calcul numérique, les résultats sont semblables.

Exemple d'analyse de tomates en cours de mûrissement

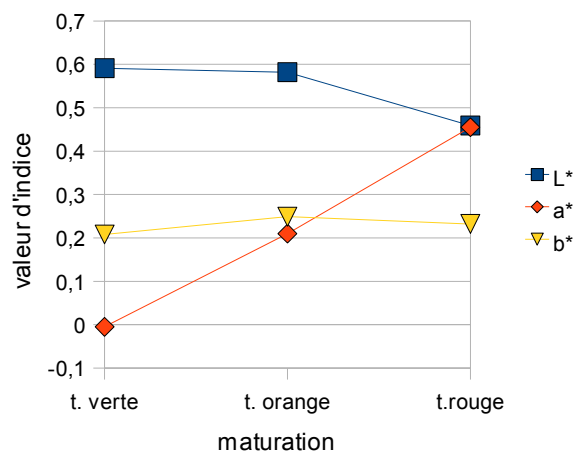


On réalise à partir de cette photographie quatre petites images, nommées « blanc », « tverte », « torange », « trouge », qui servent de base à l'analyse.

En lançant le programme décrit précédemment, pour chaque portion de tomate on obtient les indices L^* , a^* , b^* .

On peut alors tracer l'évolution de la couleur. Pour les tomates, bien sûr, le meilleur indice est a^* , qui montre la rougeur du fruit.

évolution de la coloration des tomates



Pour d'autres types de fruits (ou d'animaux dont la couleur peut changer), d'autres indices seraient plus pertinents, par exemple b^* pour les bananes. A partir des mêmes fichiers, par des méthodes plus complexes, on doit pouvoir faire d'autres types d'analyse d'image, de type calculer un indice d'hétérogénéité lorsque des taches apparaissent, ou des orientations de zébrures, etc.

Références :

Dadzie B.K. et Orchard J.E. *évaluation post-récolte des hybrides de bananiers et bananiers plantain: critères et méthodes* Guides Techniques Inibap : http://bananas.bioversityinternational.org/files/files/pdf/publications/tg2_fr.pdf