Traitement des images :

filtrage noir et blanc et suivi de trajectoire

I. Objectifs

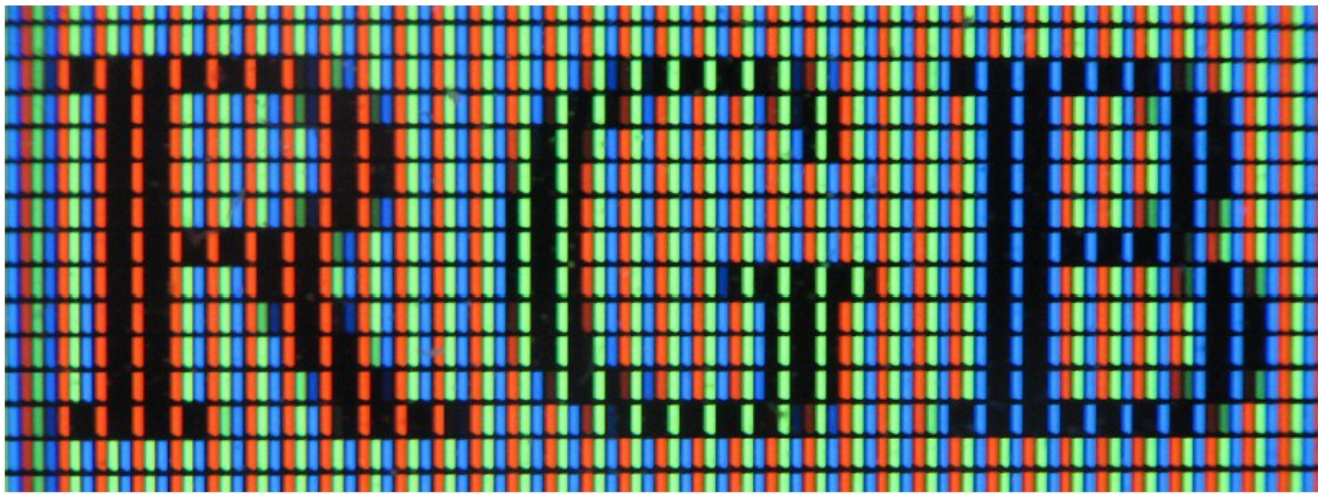
L'objectif de ce TP est dans un premier temps de de comprendre comment est constituée une image numérique. Après une application simple au cas du filtrage noir et blanc, le TP propose d'implémenter une méthode permettant de suivre le mouvement d'un objet filmé , ici la trajectoire d'une boule de billard :

Décomposition d'une vidéo en images

II. Introduction

Un image est constituée de pixels, dont chacun fourni une couleur. Vu d'une distance assez grande, l'ensemble des ces pixels côte-à-côte forment une image. Le format HD correspond à 1280 pixels en largeur par 720 en hauteur (soit environ 900 000 pixels par image). Le format 4K correspond à 5120×2160 pixels, soit environ 11 millions de pixels.

La couleur de chaque pixel est usuellement décomposée en trois couleurs « primaires », le Rouge, le Vert et le Bleu (RVB ou RGB en anglais). Voir illustration ci-contre :



Zoom sur écran LCD sur lequel les lettres RGB sont diffusées

Suivant l'intensité de rouge de vert et de bleu, il est possible de balayer toute la palette des couleurs.

Une façon de coder informatiquement la couleur d'un pixel est d'associer à chaque pixel un niveau de chacune des couleurs primaires, chacune étant codée sur 8 bits, ou sur un intervalle [0;255] en

décimal.

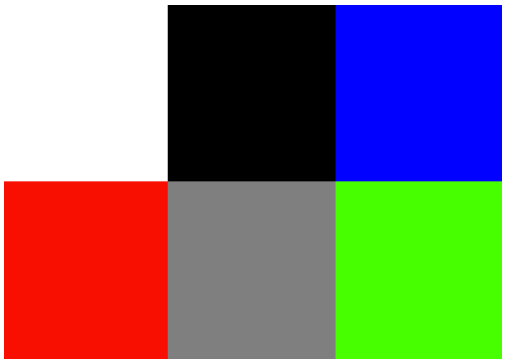
Exemples :

Couleur	Code RGB (décimal)
	0, 0, 0
	255, 0, 0
	0, 255, 0
	0,0 , 255
	255, 255, 255
	127, 127, 127
	80, 80, 80
	255, 255, 0

Le nombre de couleurs possibles vaut donc 256^3 soit environ 17 millions de couleurs.

Le fichier ***TP_image.py*** que vous devrez compléter au cours de ce TP contient déjà la méthodologie permettant d' obtenir la liste des couleurs de chaque pixel, voir en-tête de ce fichier.

Nous allons d'abord travailler sur l'image suivante constituée de 6 pixels :



Im1.bmp, 3x2 pixels

Travail 1. Ouvrir le fichier ***TP_image.py.*** Afficher la liste des pixels de l'image ***Im1.bmp***. A quoi correspondent les indices du tableau obtenu ? Modifier alors cette image de façon à remplacer le pixel gris par un pixel jaune et l'enregistrer sous le nom ***Im1_V2.bmp***. Vérifier le résultat obtenu.

III. Premier traitement d'image

Dans cette première partie, nous allons effectuer le passage en niveau de gris d'une image couleur. On remarquera qu'un gris, correspond à un même niveau de rouge de vert et de bleu. Si le niveau de couleur augmente, alors le gris est plus clair et inversement.

Pour transformer une image en noir et blanc, une première technique est d'affecter à chaque couleur « primaire », la moyenne des trois couleurs du pixel original.

Attention, le niveau des couleurs est codé en entier sur 8 bits (entier compris entre 0 et 255).

Travail 2. Ecrire une fonction ***Image_ng(****nom****)*** prenant en argument une chaîne de caractères *nom* représentant le nom d'un fichier image (***Im1.bmp*** par exemple), et qui modifie la couleur de chacun de ces pixels afin de créer une image en niveaux de gris. Sauvegarder la nouvelle image avec l'extension *_ng* dans le nom (***Im1_ng.bmp*** dans l'exemple*).* Tester avec l'image ***dice.bmp*** et avec celle du frelon ***frelon.bmp*** vérifier le résultat.

Travail 3. Modifier la fonction précédente, en intégrant un réglage de la luminosité de l'image, par une augmentation/diminution uniforme du niveau de couleur pour chaque pixel. Vérifier le résultat, en choisissant une augmentation puis une diminution de 100.

IV. Suivi de trajectoire.

Nous nous intéressons maintenant au suivi de trajectoire. En effet, les méthodes expérimentales exploitent de plus en plus la vidéo pour observer et modéliser des phénomènes physiques visibles (corrélation d'images en mécanique des matériaux, modélisation des trajectoires...). Mais cette problématique est surtout importante en robotique, ou les robots munis de caméras doivent être capables d'appréhender leur environnement pour effectuer leurs tâches de manipulation, de contrôle, de reconnaissance … C'est le cas par exemple du développement des véhicules autonomes qui nécessite des algorithmes de traitement des images afin de repérer par exemples des obstacles.

Nous allons ici nous intéresser au suivi de la trajectoire d'une boule de billard jaune filmée en caméra rapide, voir video ***Billard_lite.mp4.***

Les différentes images de cette vidéo sont situées dans le dossier ***Images.***

Pour repérer la couleur jaune, dans le cas des images proposées, on utilisera les conditions (imparfaites) suivantes :

- la différence de niveau entre rouge et vert est inférieure à 30
- le niveau de bleu est inférieur à 60
- les niveau de rouge et vert sont supérieurs à 190

Travail 4. Ecrire une fonction ***Detect_jaune(****nom****)*** prenant en argument une chaîne de caractères *nom* représentant le nom d'un fichier image et qui repère tous les pixels jaunes de l'image. On pourra par exemple recolorier ces pixels en vert et sauvegarder l'image obtenue pour vérifier le résultat . Commenter la précision du critère adopté.

Travail 5. Modifier la fonction précédente afin de calculer une approximation de la position (en pixel) du centre de gravité de la boule jaune (de coordonnées Gi et Gj). On le définira ici comme le barycentre de la surface jaune repérée. : $G_i = \frac{1}{n}\sum_1^n i$ et $G_j = \frac{1}{n}\sum_1^n j$ avec n le nombre de pixels jaunes repérés. La fonction doit renvoyer ces deux coordonnées .

Travail 6. Réaliser alors le repérage du centre de gravité pour toutes les images, de ***image1.png*** à ***image12.png*** .

Gi (resp. Gj) correspond donc à l'évolution de la position verticale (resp. horizontale) du centre de

gravité de la boule, en pixels. On notera l'échelle : un pixel correspond 1,3mm .

On supposera d'autre part que la position initiale de la boule est l'origine.

Travail 7. Tracer alors le graphe représentant l'évolution la position du centre de gravité au cours du temps.

L'intervalle de temps entre chaque image est de 0.1 s.

Travail 8. Calculer puis tracer alors l'évolution de la vitesse au cours du temps en m/s. Que remarquez vous au moment du choc avec la boule blanche ?