Vision par Ordinateur
OpenCV : prise ne main

1 Introduction

OpenCV (Open Source Computer Vision Library : http ://opencv.org) est une bibliothèque multi-plateforme qui permet de développer des applications de vision par ordinateur en temps réel. Elle se concentre principalement sur le traitement d'images, la capture et l'analyse de vidéos, y compris des fonctions telles que la détection de visages et d'objets.

La vision par ordinateur peut être définie comme une discipline qui explique comment reconstruire, interrompre et comprendre une scène en 3D à partir de ses images en 2D, en termes de propriétés de la structure présente dans la scène. Elle traite de la modélisation et de la reproduction de la vision humaine à l'aide de logiciels et de matériel informatique.

La vision par ordinateur recoupe de manière significative les domaines suivants :

— Traitement d'images - Il se concentre sur la manipulation d'images.
— Reconnaissance des formes - Elle explique les différentes techniques de classification des formes.
— Photogrammétrie - Il s'agit d'obtenir des mesures précises à partir d'images, des nuages de points 3D des surfaces des objets de la scène, par exemple.

2 Installation : OpenCV-Python

Commencez par installer sur votre machine OpenCV-Python qui est l'API Python d'*OpenCV*.

Assurez vous d'avoir un environnement de travail Python correctement configuré. N'oubliez pas de créer un environnement virtuel spécifique pour *OpenCV*.

Afin de vérifier votre installation, exécuter le code suivant :

```
import cv2 as cv
print(cv.__version__)
print("OpenCV Version: {}".format(cv.__version__))
```

3 Fonctionnalités de base dans OpenCV

Dans cette séquence d'exercices simples vous allez apprendre comment charger, afficher et enregistrer des images et des vidéos, comment dessiner des formes simples, comment contrôler les événements de la souris et comment créer des trackbars.

3.1 Charger, afficher et enregistrer une image

Codez une application qui vous permet de charger, afficher et sauver l'image sous un autre nom.

```
import cv2
img = cv2.imread("Imgs/lena.png")
cv2.imshow("in",img)
cv2.imwrite('Imgs/lenaBis.png', img)
cv2.waitKey(0)
```

3.2 Lire et visionner une vidéo

Codez une application qui permet de lire une vidéo.

```
import cv2
cap = cv2.VideoCapture("Imgs/sample-mp4-file-small.mp4")
while True:
    success, img = cap.read()
    cv2.imshow("Result", img)
    if cv2.waitKey(1) & 0xFF == ord('q'):
        break
```

3.3 Lire et visionner le flux de la caméra

Codez une application qui permet de lire et afficher le flux de la caméra.

```
import cv2
#capturing the web cam num 0
cap = cv2.VideoCapture(0)
if not cap.isOpened():
    print("Cannot open camera")
    exit()

cap.set(3,640) #width = id 3
cap.set(4,480) #height = id 4
cap.set(10,20) #brightness = id 10

while True:
    success, img = cap.read()
    cv2.imshow("Result", img)
    if cv2.waitKey(1) & 0xFF == ord('q'):
        break
```

3.4 Fonctions de traitements d'images

Étudiez les différentes fonctions de traitements d'image fournies par la librairie.

1. Commencer par charger une image en couleur.
2. Transformez la en niveaux de gris.
3. Ajoutez lui du bruit Gaussian.
4. Calculer les contours à l'aide de l'opérateur de Canny.
5. Faites une dilatation de l'image des contours avec un masque $5x5$
6. Faites une érosion de l'image dilatée avec le même masque.
7. Changer la taille de l'image avec la méthode `resize`
8. Découper directement la matrice de l'image avec l'instruction `img[debut.height:fin.height, debut.width:fin.width]`

```
...
imgGray = cv2.cvtColor(img,cv2.COLOR_BGR2GRAY)
imgBlur = cv2.GaussianBlur(imgGray,(7,7),0)
imgCanny = cv2.Canny(img,150,200)
...
kernel = np.ones((5,5),np.uint8)
imgDialation = cv2.dilate(imgCanny,kernel,iterations=1)
imgEroded = cv2.erode(imgDialation,kernel,iterations=1)
...
imgResize = cv2.resize(img,(1000,500))
imgCropped = img[0:200,100:300]
```

3.5 Dessiner des formes simples : cercle, ligne, rectangle, texte

Apprenez à dessiner différentes formes géométriques 2D fournis par la librairie.

1. Commencer par créer une image noire de dimension $512x512$ avec 3 canaux pour les couleurs, de type $unsignedint$ en utilisant une matrice de zéros de la librairie $numpy$ comme suit

   ```
   img = np.zeros((512,512,3),np.uint8)
   ```

2. Colorier une partie de cette image en bleu en utilisant un intervalle

   ```
   img[debut.h:fin.h, debut.w:fin.w] = 255,0,0
   ```

3. Dessiner une ligne sur votre image en utilisant l'instruction suivante :

   ```
   ligne : img, pointDepart, pointFin, couleur, épaisseur
   ```

   ```
   cv2.line(img,(0,0),(300,200),(0,0,255),3)
   ```

4. Dessiner un rectangle sur l'image avec l'instruction suivante :

   ```
   rectangle : img, pointDepart, pointFin, couleur, épaisseur
   ```

   ```
   cv2.rectangle(img,(0,0),(250,350),(0,0,255),2)
   ```

5. Dessiner un cercle plein avec l'instruction suivante :

   ```
   cercle : img, pointCentre, rayon, couleur, épaisseur
   ```

   ```
   cv2.circle(img,(400,50),30,(255,255,0),cv2.FILLED)
   ```

6. Ajouter un texte sur votre image avec l'instruction suivante :

   ```
   texte : img, string, pointDepart, font, fontScale, couleur, epaisseur
   ```

   ```
   cv2.putText(img,"TEST",(30,200),cv2.FONT_HERSHEY_COMPLEX,1,(0,150,0),3
   ```

7. Voir dans la documentation de la librairie quelles sont les autres formes géométriques simples et les expérimenter.

3.6 Exo1 : LOGO

Réaliser un joli LOGO 2D pour le Département INFO en utilisant ce que vous venez d'apprendre.

4 Gestion des événements

4.1 Gérer les événements de la souris

Dans cette section, vous allez apprendre comment gérer les événements de la souris dans OpenCV.

Pour ce faire, commencez par afficher la liste des différents actions pouvant être prises en compte avec les instructions suivantes :

```
events = [i for i in dir(cv) if 'EVENT' in i]
print(events)
```

Maintenant, vous allez créer une application graphique qui permet de dessiner des cercles, en faisant un double-click, sur une image.

Tout d'abord, vous allez créer une fonction de rappel pour la souris qui est exécutée lorsqu'un événement de souris se produit. Un événement de souris peut être n'importe quoi lié à la souris, comme le bouton gauche enfoncé, le bouton gauche relâché, un double-clic sur le bouton gauche, etc. Cela nous donne les coordonnées (x, y) pour chaque événement de souris. Avec cet événement et cette position, nous pouvons faire ce que nous voulons.

Créer une fonction de rappel pour la souris a un format spécifique qui est le même partout. Elle ne diffère que par ce que la fonction accomplit. Dans notre cas, notre fonction de rappel pour la souris fait une seule chose : elle dessine un cercle là où nous double-cliquons. Voici donc le code ci-dessous :

```
# mouse callback function
def draw_circle(event,x,y,flags,param):
    if event == cv.EVENT_LBUTTONDBLCLK:
        cv.circle(img,(x,y),10,(255,0,0),-1)

# Create a black image, a window and
# bind the mouse callback function to this window
img = np.zeros((512,512,3), np.uint8)
cv.namedWindow('image')
cv.setMouseCallback('image',draw_circle)

while(1):
    cv.imshow('image',img)
    if cv.waitKey(1) & 0xFF == ord('q'):
        break
```

Pour aller plus loin , vous pouvez ajouter la possibilité de dessiner des cercles ou des rectangles, en fonction du mode choisi par l'utilisateur. Pour ce faire, il faut définir dans la boucle principale, un "binding" clavier pour la touche $'m'$ afin de basculer entre le rectangle et le cercle.

4.2 Créer des trackbars

Dans cette section, vous allez apprendre comment faire des `trackbar` ou `barre de défilement` dans OpenCV.

Maintenant, vous allez créer une application simple qui montre la couleur que vous spécifiez avec des trackbars. Vous allez avoir une fenêtre qui affiche la couleur choisie et les trois barres de défilement pour spécifier chacune des couleurs B, G, R. En faisant glisser la barre de défilement, la couleur de la fenêtre change en conséquence. Par défaut, la couleur initiale sera définie sur noir.

```
# Create a black image, a window
img = np.zeros((300,512,3), np.uint8)
cv.namedWindow('image')
```

Pour la fonction `cv.createTrackbar()`, le premier argument est le nom de la barre de défilement, le deuxième est le nom de la fenêtre à laquelle elle est attachée, le troisième argument est la valeur par défaut, le quatrième est la valeur maximale et le cinquième est la fonction de rappel qui est exécutée chaque fois que la valeur de la barre de défilement change.

```
...
cv.createTrackbar('R','image',0,255,nothing)
...
```

La fonction de rappel (callback) a toujours un argument par défaut qui est la position de la barre de défilement. Dans notre cas, la fonction ne fait rien, donc vous allez passer simplement.

```
#callback function
def nothing(x):
 pass
```

Nota Bene : Une autre application importante de la barre de défilement est de l'utiliser comme un **bouton** ou un **interrupteur**. La librairie OpenCV, par défaut, n'a pas de fonctionnalité de bouton. On peut donc utiliser la barre de défilement pour obtenir une telle fonctionnalité.

Dans cette application, vous allez créer un tel `interrupteur` pour que l'application fonctionne uniquement si l'interrupteur est ACTIVÉ, sinon l'écran est toujours noir.

```
while(1):
    cv.imshow('image',img)
    if cv.waitKey(1) & 0xFF == ord('q'):
        break
    # get current positions of four trackbars
    r = cv.getTrackbarPos('R','image')
    g = cv.getTrackbarPos('G','image')
    b = cv.getTrackbarPos('B','image')
    s = cv.getTrackbarPos(switch,'image')
    if s == 0:
        img[:] = 0
    else:
        img[:] = [b,g,r]
```

4.3 Exo2 : Paint

Créez une application Paint avec des couleurs (RGB) et un rayon de pinceau réglables à l'aide de trackbars.

5 Détection par la couleur

Créer une application simple qui permet de segmenter un objet dans une image par sa couleur. La figure 1 montre un exemple où une voiture jaune a été sélectionnée. Vous devez utiliser des `trackbars` pour permettre à l'utilisateur de choisir la couleur de l'objet, dans l'espace de couleur HSV.

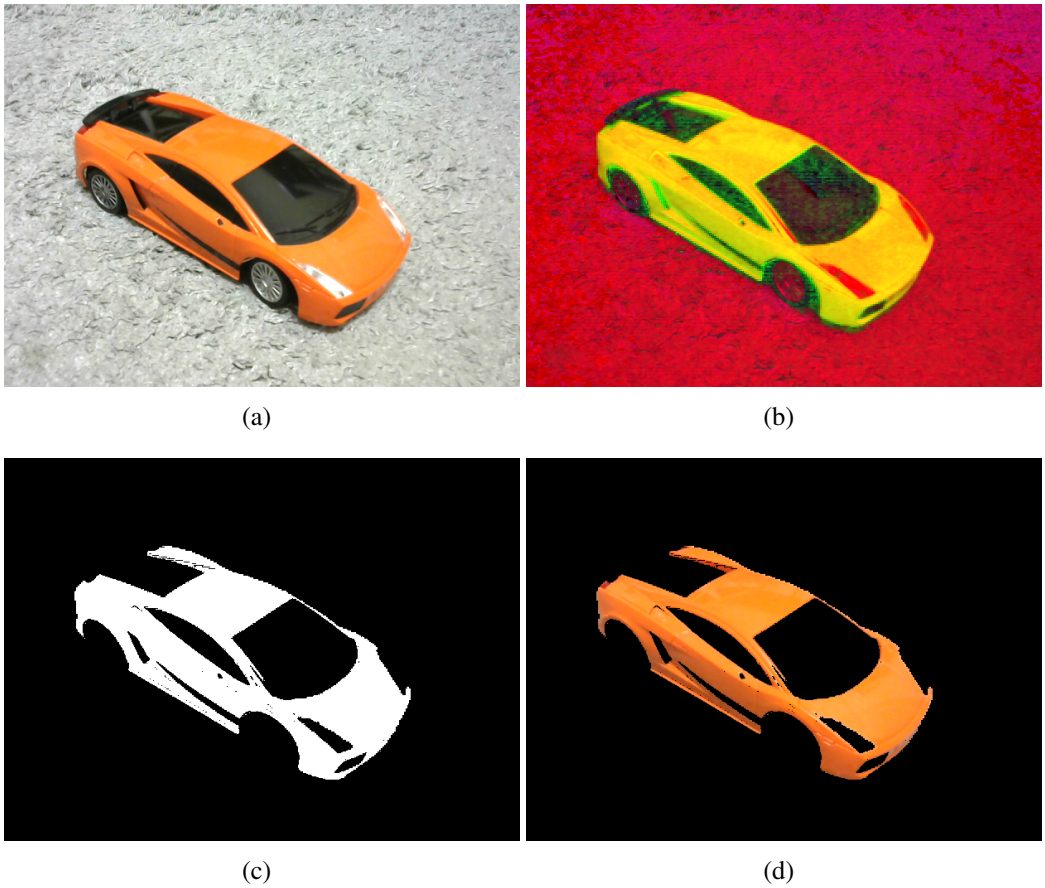
Voici un algorithme possible :

```
1. Convertir l'image d'entrée dans l'espace couleur HSV
    -> imgHSV = cv.cvtColor(img,cv.COLOR_BGR2HSV)

2. A l'aide de 6 trackbars obtenir :
   la couleur MIN (lower = np.array([h_min,s_min,v_min]))
   et la couleur MAX(upper = np.array([h_max,s_max,v_max]))

3. Segmenter l'image d'entrée dans l'intervalle [MIN,MAX]
    -> mask = cv.inRange(imgHSV,lower,upper)

4. Utiliser l'opérateur AND_Logique entre l'image d'entrée et le mask
    -> imgResult = cv.bitwise_and(img,img,mask=mask)
```



(a) (b)

(c) (d)

FIGURE 1 – (a) image input en RGB, (b) image input en HSV, (c) mask binaire, (d) résultat de la segmentation

5.1 Exo3 : Sélectionneur de couleur

Adapter l'application précédente afin d'obtenir un "SelectionneurDeCouleur" qui permet de sélectionner une couleur dans le flux de la vidéo de la caméra.

6 Détection d'objets géométriques

Créer une application simple dont le pipeline est illustré sur la figure 2.
Voici un algorithme possible :

```
1. Transformer l'image d'entrée en niveaux de gris
    -> imgGray = cv2.cvtColor(img,cv2.COLOR_BGR2GRAY)

2. Réduire le bruit à l'aide d'un filtre Gaussian
   -> imgBlur = cv2.GaussianBlur(imgGray,(7,7),1)

3. Extraire les pixels des contours avec un filtre de Canny
    -> cv2.Canny(imgBlur,50,50)

4. Trouver les contours
    -> contours,hierarchy
      = cv2.findContours(imgCanny,cv2.RETR_EXTERNAL,cv2.CHAIN_APPROX_NONE)
    Rq : contours est une liste Python de tous les contours de l'image.
    Chaque contour individuel est un tableau Numpy de coordonnées (x, y)
    des points limites (sur le contour) de l'objet.

5. Afficher les contours trouvés
    -> for cnt in contours:
        cv2.drawContours(imgContour, cnt, -1, (255, 0, 0), 3)

5. Calculer la boîte englobante et le cercle circonscrit
   de chaque contour trouvé
    -> for cnt in contours:
        x, y, w, h = cv2.boundingRect(cnt)
        center, radius = cv2.minEnclosingCircle(approx)

6. Calculer une approximation polygonale avec le minimum de sommets
    -> for cnt in contours:
        peri = cv2.arcLength(cnt,True) # longueur du contour
        approx = cv2.approxPolyDP(cnt,0.02*peri,True)
        # affiche le nombre de sommets dans l'approximation du contour
        print(len(approx))

7. Utiliser le nombre de coins pour étiqueter les formes
    -> cv2.putText(imgBBox,"objet",(x,y),
                           cv2.FONT_HERSHEY_COMPLEX,0.7,(0,0,0),2)
```

7 Appli 1 : Virtual Paint

Combiner les éléments appris précédemment afin de réaliser une application de "Virtual Paint" (voir Fig. 3). Le but est de détecter la couleur du bouchon d'un feutre dans le flux de la caméra et de lui associer un crayon virtuel qui sera utilisé pour dessiner sur les images en temps réel.

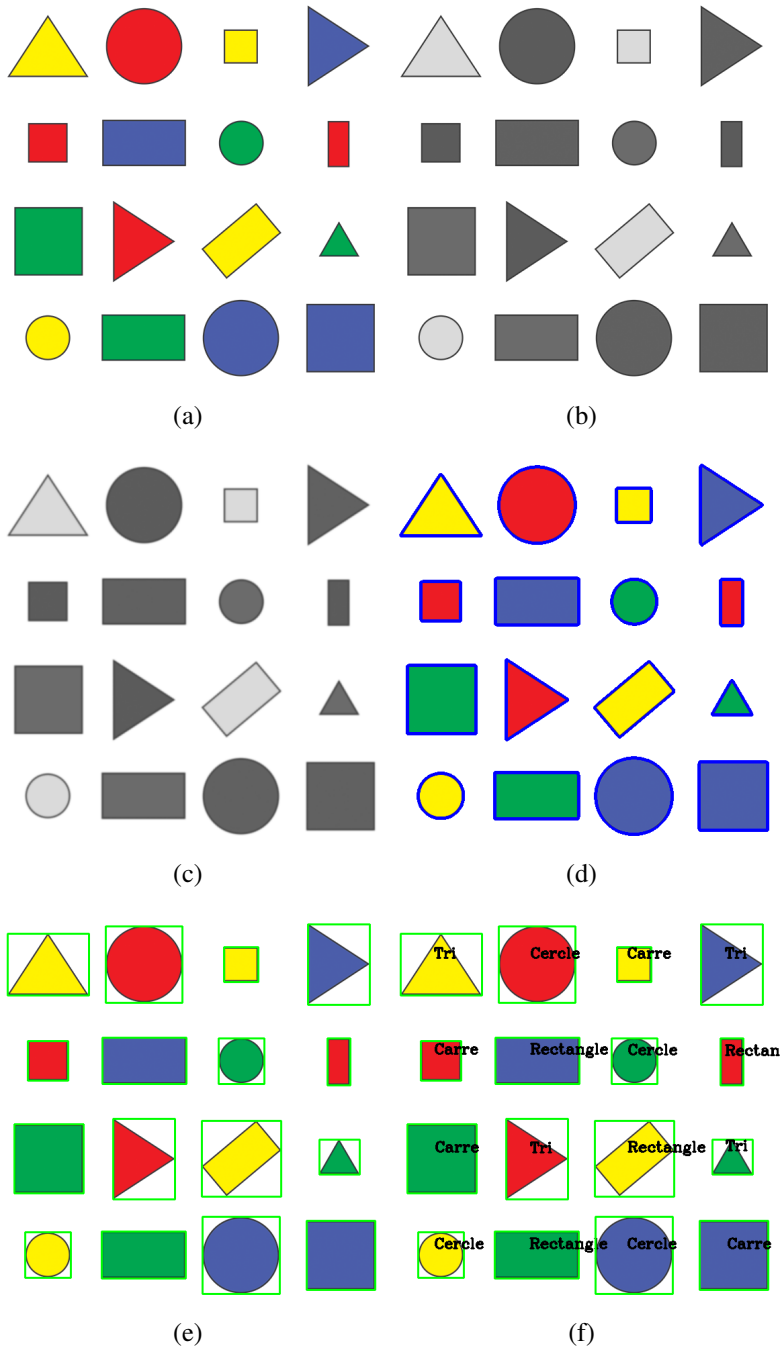


FIGURE 2 – (a) image input, (b) image input en niveaux de gris, (c) image lissée, (d) contours, (e) boîtes englobantes, (f) objets reconnus avec labels

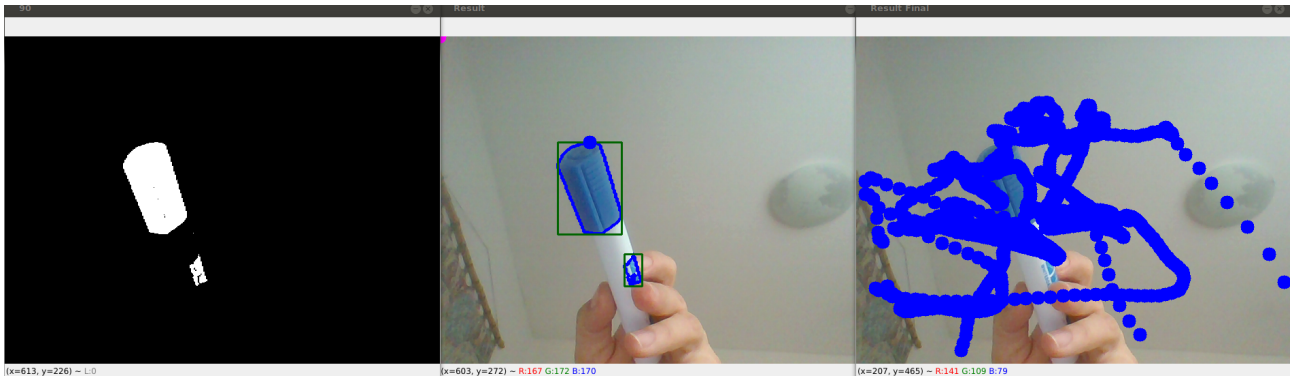


FIGURE 3 – Virtual Paint