

Définition d'image

- ❑ La structure la plus importante de la vision par ordinateur « Computer Vision » est **l'image**.
- ❑ L'image est une représentation du monde physique capturée avec un appareil numérique. Cette image n'est qu'une suite de nombres stockés sous forme de **matrice**. Chaque nombre est une mesure de l'intensité lumineuse pour la longueur d'onde considérée.
- ❑ Chaque point d'une image est appelé **pixel** qui peut stocker une ou plusieurs valeurs.

Traitement d'image et OpenCv

Définition d'image

- ❑ Dans le cas d'une **image en niveaux de gris**, une seule matrice est utilisée.

159	165	185	187	185	190	189	198	193	197	184	152	123
174	167	186	194	185	196	204	191	200	178	149	129	125
168	184	185	188	195	192	191	195	169	141	116	115	129
178	188	190	195	196	199	195	164	128	120	118	126	135
188	194	189	195	201	196	166	114	113	120	128	131	129
187	200	197	198	190	144	107	106	113	120	125	125	125
198	195	202	183	134	98	97	112	114	115	116	116	118
194	206	178	111	87	99	97	101	107	105	101	97	95
206	168	107	82	80	100	102	91	98	102	104	99	72
160	97	80	86	80	92	80	79	71	74	81	81	64
98	66	76	86	76	83	72	71	55	53	61	61	56
60	76	74	70	67	64	63	60	55	49	54	52	54

Traitement d'image et OpenCv

Définition d'image

- Dans le cas d'une **image couleur**, nous utilisons une matrice de taille **largeur x hauteur x nombre de couleurs**

	159	165	185	187	185	190	189	198	193	197	184	152	123	
	159	165	185	187	185	190	189	198	193	197	184	152	123	
159	165	185	187	185	190	189	198	193	197	184	152	123		
174	167	186	194	185	196	204	191	200	178	149	129	125		
168	184	185	188	195	192	191	195	169	141	116	115	129		
178	188	190	195	196	199	195	164	128	120	118	126	135		
188	194	189	195	201	196	166	114	113	120	128	131	129		
187	200	197	198	190	144	107	106	113	120	125	125	125		
198	195	202	183	134	98	97	112	114	115	116	116	118		
194	206	178	111	87	99	97	101	107	105	101	97	95		
206	168	107	82	80	100	102	91	98	102	104	99	72		
160	97	80	86	80	92	80	79	71	74	81	81	64		
98	66	76	86	76	83	72	71	55	53	61	61	56		
60	76	74	70	67	64	63	60	55	48	54	52	54		

Blue
Green
Red

Traitement d'image et OpenCv

Définition d'image

- ❑ En mémoire, la matrice est enregistrée sous la forme d'un **tableau** ou d'une séquence de valeurs ordonnées par colonnes et lignes. Le tableau suivant montre la séquence des pixels dans le format d'image RGB:

Row 0									Row 1									Row 2								
Col 0			Col 1			Col 2			Col 0			Col 1			Col 2			Col 0			Col 1			Col 2		
Pixel 1			Pixel 2			Pixel 3			Pixel 4			Pixel 5			Pixel 6			Pixel 7			Pixel 8			Pixel 9		
B	G	R	B	G	R	B	G	R	B	G	R	B	G	R	B	G	R	B	G	R	B	G	R	B	G	R

Définition d'image

Classe cv::Mat:

- ❑ OpenCV utilise la classe Mat pour référencier le numéro de la colonne et de la ligne de chaque pixel dans la matrice.
- ❑ La classe est également utilisée pour stocker des matrices de taille arbitraire comme les matrices algébriques et effectuer des opérations sur elles.

Définition d'image

Classe cv::Mat:

- ❑ Création d'une matrice de taille 5*5 de type CV_32F:

```
Mat a= Mat(Size(nbr_lignes, nbr_colonnes), CV_32F);
```

CV_32F = flottant - le pixel peut avoir n'importe quelle valeur entre 0 et 1,0. pour le convertir en 8 bits pour être enregistré ou affiché on doit multiplier chaque pixel par 255.

D'autres exemples:

CV_8U = non signé 8bit/pixel - c'est-à-dire qu'un pixel peut avoir des valeurs entre 0-255, c'est la gamme normale pour la plupart des formats d'image et de vidéo.

CV_32S est une valeur entière signée de 32 bits pour chaque pixel, mais qui doit être convertie en 8 bits pour être sauvegardée ou affichée.

Définition d'image

Classe cv::Mat:

```
Mat mz= zeros(5,5, CV_32F);
```

```
Mat mo= ones(5,5, CV_32F);
```

```
Mat m= eye(5,5, CV_32F);
```

Exemple:

```
Mat a= eye(Size(3,3), CV_32F);
```

```
Mat b= ones(Size(3,3), CV_32F);
```

```
Mat c= a+b;
```

```
Mat d= a-b;
```


Définition d'image

Classe cv::Mat:

❑ Lecture d'image :

```
Mat color= imread("../lena.jpg");
```

```
Mat gray= imread("../lena.jpg", 0);
```

La fonction « **imread** » est la fonction principale utilisée pour lire les images. Cette fonction ouvre et stocke l'image dans un format matriciel. « **imread** » accepte deux paramètres :

- Le premier est une chaîne de caractères qui contient le **chemin d'accès à l'image**
- Le second est facultatif, il charge l'image sous un type défini:

CV_LOAD_IMAGE_COLOR: l'image est toujours convertie en couleur.

CV_LOAD_IMAGE_GRAYSCALE: l'image est toujours convertie en niveaux de gris.

Traitement d'image et OpenCv

Définition d'image

Lecture/écriture d'image :

```
#include <iostream>
#include <string>
#include <sstream>
using namespace std;
// OpenCV includes
#include "opencv2/core.hpp"
#include "opencv2/highgui.hpp"
using namespace cv;
int main( int argc, const char** argv )
{
    // Read images
    Mat color= imread("../image.jpg");
    Mat gray= imread("../image.jpg", 0);
    // Write images
    imwrite("lenagray.jpg", gray);

    // show images
    imshow("Lena BgR", color);
    imshow("Lena gray", gray);
    // wait for any key press
    waitKey(0);
    return 0;
}
```

Définition d'image

Lecture/écriture d'image (2):

```
#include "stdafx.h"
#include "cv.h"
#include "highgui.h"
int main (int argc, char* argv[])
{
    IplImage *image = 0;
    image = cvLoadImage( ".....image.jpg", 1 );
    if( image )
    {
        cvNamedWindow( "Input Image", 1 );
        cvShowImage( "Input Image", image );
        printf( "Press a key to exit\n");
        cvWaitKey(0);
        cvDestroyWindow( "String");
    }
}
```

```
else
    fprintf( stderr, "Error reading image\n" );
return 0;
}
```


Définition d'image

Résolution d'image:

Il existe deux types de résolution dans une image:

La résolution en intensité: représente la gamme de valeurs que chaque pixel peut avoir.

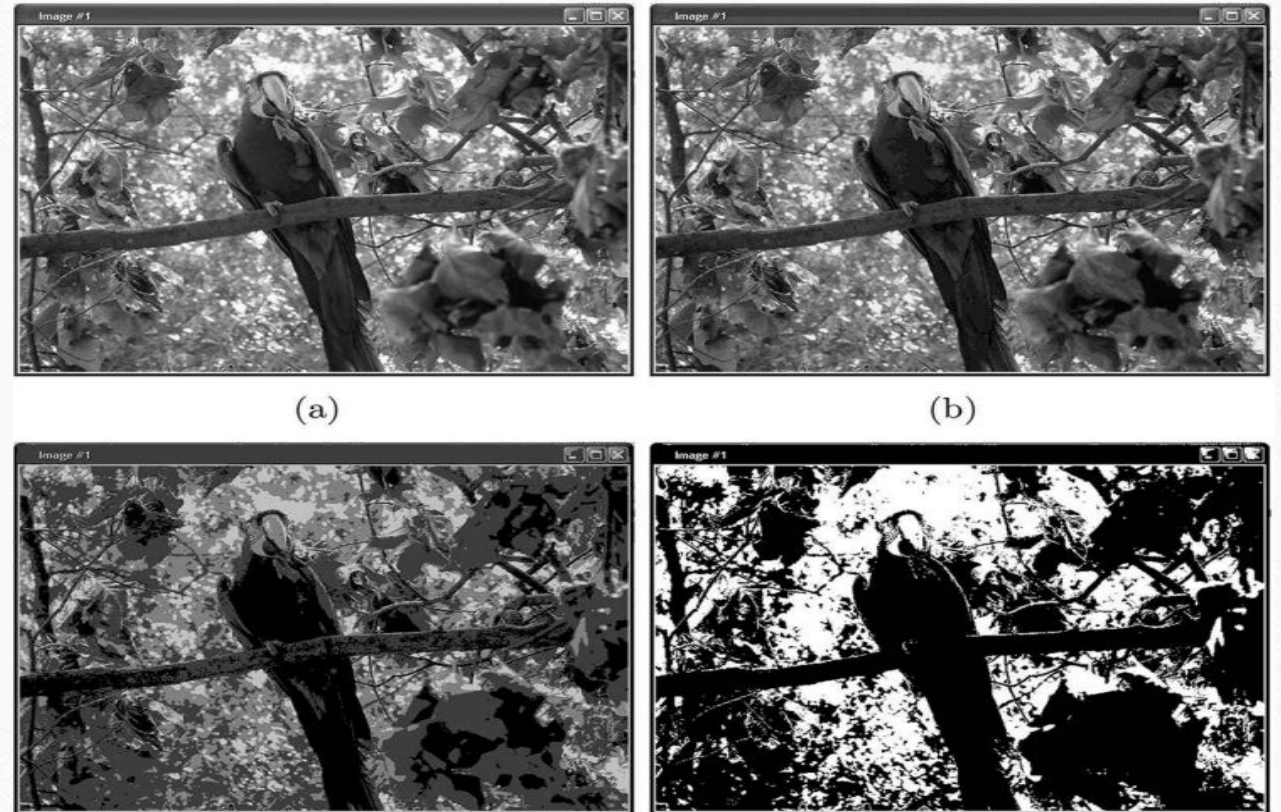
La résolution spatiale: est la taille de l'image en termes de nombre de pixels.

Définition d'image

Résolution d'image:

❑ La résolution en intensité:

La résolution en intensité d'une image fait référence au nombre de niveaux de gris que chaque pixel peut réaliser. En général, un pixel dans une image en niveaux de gris aura 256 niveaux d'intensité différents.



(a) L'image originale en niveaux de gris, (b) l'image réduite à 6 bits ou 64 niveaux de gris différents, (c) l'image réduite à 4 bits ou 16 niveaux de gris, (d) l'image réduite à 1 bit ou 2 niveaux de gris.

Définition d'image

Résolution d'image:

❑ La résolution spatiale:

La résolution spatiale est souvent assimilée au nombre de pixels d'une image, mais ce n'est pas tout à fait exact.

Il est possible d'avoir une image dans laquelle chaque bloc de pixels 2×2 a la même intensité. Alors que le nombre de pixels peut être $V \times H$, où V est le nombre de pixels dans la dimension verticale et H est le nombre de pixels dans la dimension horizontale, la résolution spatiale ne serait que de $V/2 \times H/2$.

Définition d'image

Résolution d'image:

□ La résolution spatiale:

La résolution spatiale d'une image peut être réduite à l'aide de l'opérateur de sous-échantillonnage $\Downarrow n$. L'indice n indique la formule d'échantillonnage et peut prendre de nombreuses formes différentes.

L'opérateur $\Downarrow 2$ extrairait chaque seconde une ligne sur deux et une colonne sur deux des données, ce qui créerait une nouvelle image qui a la moitié de la taille de l'original dans les deux dimensions. L'opérateur $\Downarrow m,n$ extraira chaque m -ième ligne et n -ième colonne.

Traitement d'image et OpenCv

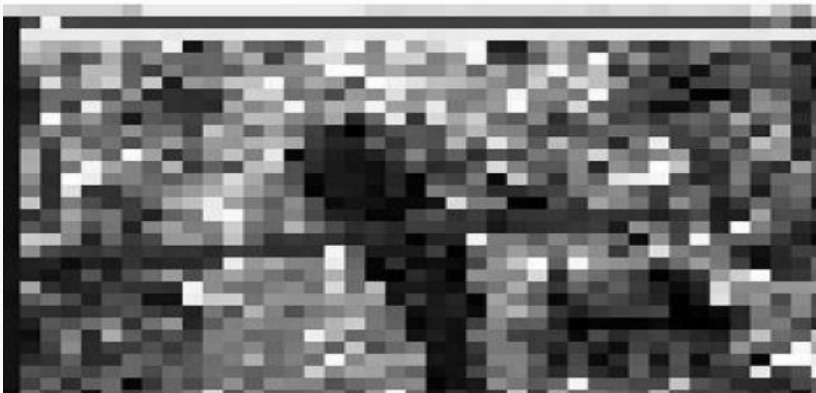
Définition d'image



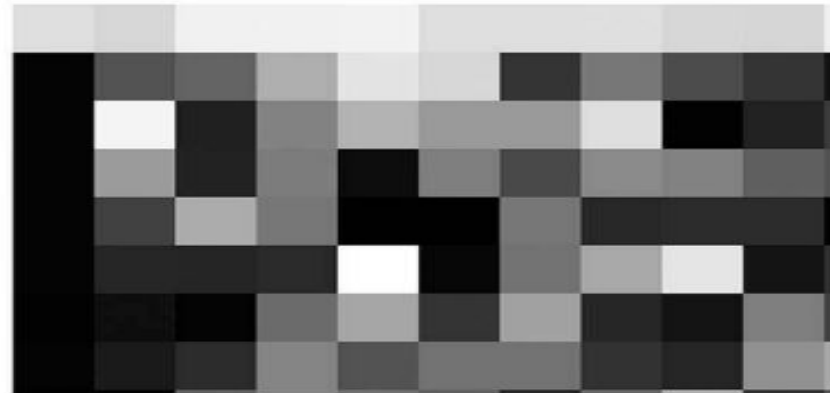
(a)



(b)



(c)



(d)

- (a) L'image avec une résolution spatiale de 128×128 . (b) L'image avec une résolution spatiale de 64×64 .
(c) L'image avec une résolution spatiale de 16×16 . (d) L'image avec une résolution spatiale de 4×4 .

Définition d'image

Formats numériques

Le stockage d'une image numérique peut être un concept assez simple dans lequel chaque pixel est stocké dans trois bytes (un pour chaque canal de couleur). Cependant, cette méthode est extrêmement inefficace et peut produire des fichiers très volumineux.

Par exemple, un téléphone intelligent ordinaire peut capturer une image de 4160×2340 , c-à-d plus de 9,7 millions de pixels. De plus, cette image est une image couleur, ce qui signifie qu'il faudrait plus de 29 mégabytes pour stocker l'image.

Définition d'image

Formats numériques

□ les images sont généralement compressées dans l'un des nombreux formats disponibles. La compression réduit considérablement la taille du fichier de données. Des compressions plus importantes peuvent être réalisées si l'utilisateur est prêt à sacrifier la qualité de l'image.

Définition d'image

Formats numériques - BITMAPS

Une image bitmap est stocké avec un byte par pixel pour les images en niveaux de gris et trois bytes par pixel pour les images en couleurs.

Elle possède quelques bytes au début du fichier pour stocker des informations telles que les dimensions de l'image. Ainsi, **une image bitmap n'est pas compressée.**

Ces formats d'images ont des extensions de nom de fichier telles que **.bmp, .tga, .pgm et .ppm**. Ils ne sont généralement utilisés que pour les très petites images telles que les icônes. Ils sont aussi utilisés pour des images de grande taille afin de garantir qu'il n'y a pas de perte d'informations par la compression.

Définition d'image

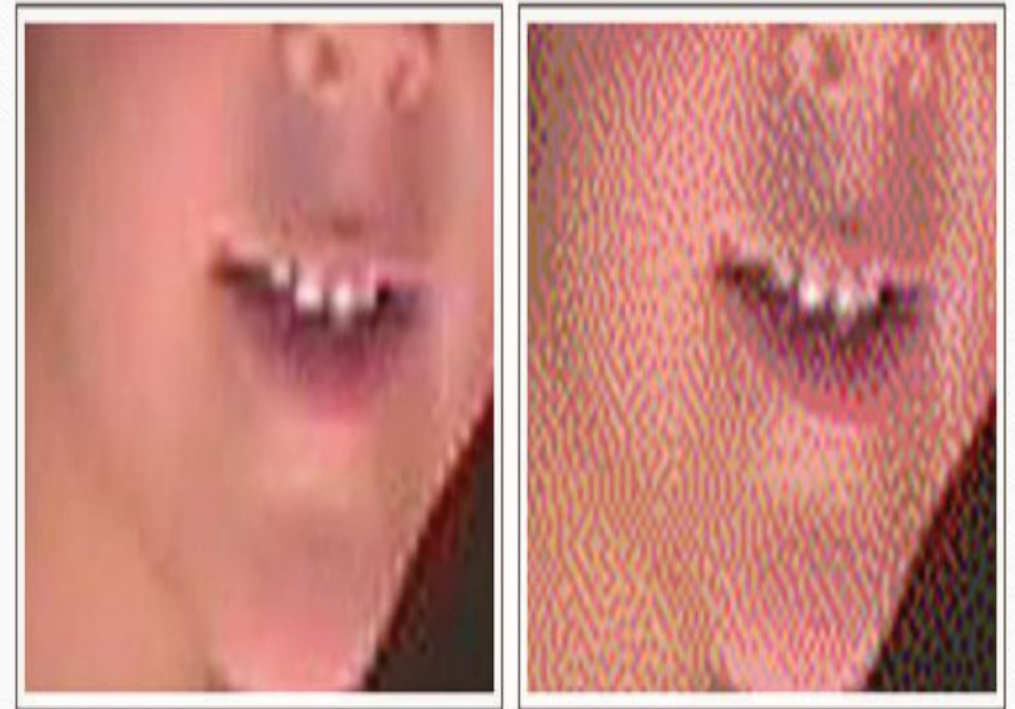
Formats numériques – JPEG “Joint Photographic Experts Group”

- ❑ Le format JPEG est couramment utilisé pour les photos. pour les photographies.
- ❑ Ce format sacrifie la clarté des contours nets pour l'efficacité de la compression.
- ❑ La compression JPEG convertit l'image de RGB en YCbCr, et les deux canaux chromatiques (Cb et Cr) sont réduits de moitié par rapport à leur taille originale.
- ❑ Cb et Cr sont les canaux qui stockent les informations de couleur.
- ❑ Chaque canal est ensuite divisé en petits carrés et la transformée en cosinus discrète (DCT) est calculée pour chaque carré. Les coefficients DCT sont ensuite quantifiés et de nombreuses valeurs sont mises à 0.

Définition d'image

Formats numériques – GIF “Graphics Interchange Format”

- Le format GIF utilise une palette pour stocker les informations sur les couleurs. Une table de consultation est créée et peut stocker 256 couleurs différentes (valeurs RGB), mais c'est beaucoup trop peu de couleurs pour être utilisées sur des images photographiques.
- Le résultat est que la compression GIF va estimer quelles 256 couleurs représentent le mieux l'image.



(a)

(b)

(a) Image source (B) Compression GIF

Définition d'image

Formats numériques – TIFF “Tagged Image File Format”

- ❑ Le format d'image TIFF peut stocker des données avec ou sans compression.
- ❑ Ce format est utilisé pour l'impression et a l'avantage de ne pas être compressé et d'accepter les zones de transparence.
- ❑ Cela permet de n'avoir aucune perte de qualité, ce qui lui donne un avantage pour la réalisation d'un imprimé professionnel.
- ❑ Par contre, les fichiers réalisés dans ce format sont plus lourds, donc ne permettent pas une utilisation dans un site web.

Définition d'image

Formats numériques – PNG “portable network graphics”

- ❑ Le format PNG a été conçu pour la transmission d'images sur Internet, d'où son acronyme pour PNG (portable network graphics).
- ❑ Il s'agit d'une compression sans perte qui crée généralement des fichiers plus gros que le format JPEG. Toutefois, les images PNG permettent de stocker tout type de données d'image RGB sans endommager l'information.
- ❑ L'un des avantages de la compression PNG est qu'elle n'est pas brevetée et ne pose donc pas de problème d'utilisation. Cette stratégie est couronnée de succès et, début 2013, le PNG a dépassé le GIF en termes de popularité sur le web.
- ❑ Il existe 2 variantes, le PNG-8 et le PNG-24, le dernier étant plus utilisé car sa profondeur de 24 bits permet l'affichage de 16'777'216 couleurs, contre 256 pour le premier.

Définition d'image

Espaces de couleurs

- Pour représenter la couleur, il faut que chaque pixel d'une image ait trois valeurs.
- il existe de nombreuses façons différentes dont trois valeurs peuvent représenter la couleur.

Définition d'image

Espaces de couleurs – RGB

- Dans le format RGB, la couleur est codée en trois canaux (rouge, vert et bleu).



Source



(a)



(b)



(c)

(a) red, (b) green, and (c) blue.

Définition d'image

Espaces de couleurs – HSV

- Dans le format RGB, l'intensité d'un pixel est mélangée à sa teinte « Hue », ce qui crée une difficulté dans de nombreuses techniques de traitement d'image.
- Il existe plusieurs autres formats, qui séparent l'intensité de la teinte, qui ont tendance à mieux fonctionner. Le premier modèle considéré est le HSV.
- HSV représente les données en trois canaux appelés **teinte, saturation et valeur**. Le canal V représente l'information d'intensité. Le canal H représente la teinte, qui est le rapport entre les deux plus grandes valeurs des trois valeurs RGB pour chaque pixel. Le S représente la saturation qui est une mesure de la brillance de la couleur qui est le rapport de la différence entre la plus petite des valeurs RGB et la plus grande valeur.

Définition d'image

Espaces de couleurs – YUV

- La conversion vers la représentation YUV est une transformation linéaire, qui pour un pixel unique est décrite par:

$$\begin{bmatrix} Y \\ U \\ V \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.299 & 0.587 & 0.114 \\ -0.147 & -0.289 & 0.436 \\ 0.615 & -0.515 & -0.100 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} R \\ G \\ B \end{bmatrix}.$$

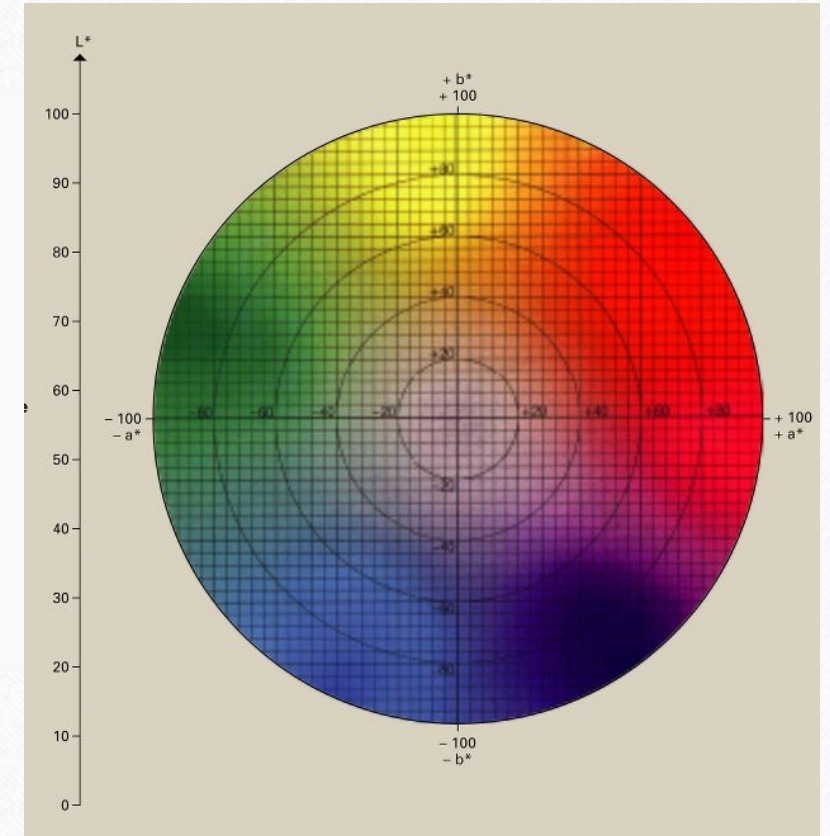
- Y signifie la luminance, U et V représentent la chrominance.
- L'espace de couleurs Y'IQ est similaire, sauf que certaines des valeurs de la matrice sont légèrement différentes :

$$\begin{bmatrix} Y \\ I \\ Q \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.299 & 0.587 & 0.114 \\ 0.596 & -0.275 & -0.321 \\ 0.212 & -0.528 & 0.311 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} R \\ G \\ B \end{bmatrix}.$$

- Y' représente la luminance, I la composante en phase et Q la composante en quadrature de la chrominance.

Espaces de couleurs – CIE L*A*B* Définition d'image

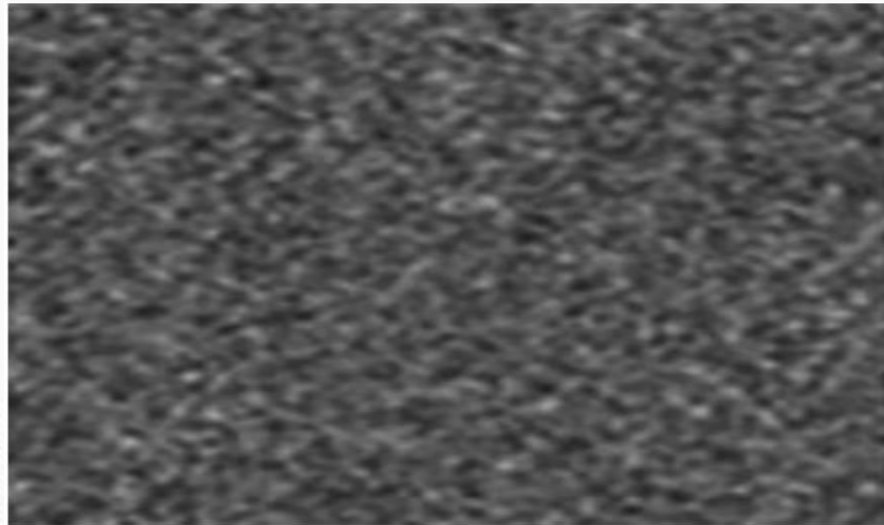
- CIELAB peut être assimilé à une sphère légèrement aplatie aux sommets (en a). L'axe vertical L^* correspond à la clarté ou luminosité, suivant une échelle allant de 0 à 100 (0 pour le noir où l'absorption est totale, et 100 pour le blanc où la réflexion est totale), et représente l'échelle des neutres. Dans chaque plan horizontal de cette sphère (en b), on trouve deux axes orthonormés : $a^*/+a^*$ qui correspond à l'axe vert-rouge et $b^*/+b^*$ qui visualise l'axe bleu-jaune. La teinte et la saturation d'une couleur donnée seront déterminées par les coordonnées cartésiennes a^*, b^* .



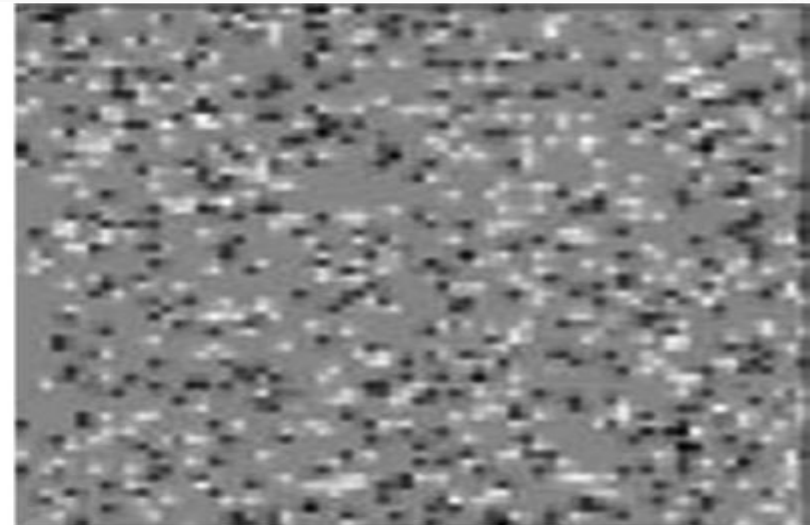
Traitement d'image et OpenCv

Techniques de réduction de bruit

Les images numériques sont souvent déformées par des erreurs aléatoires, généralement appelées "bruit". Il existe deux principaux types de bruit : le bruit gaussien et le bruit impulsionnel.



(a)



(b)

(a) Bruit gaussien. (b) Bruit impulsionnel.

Techniques de réduction de bruit

Le bruit gaussien est un bruit statistique dont la distribution de probabilité est similaire à une distribution gaussienne. Il survient principalement lors de l'acquisition (par exemple, dans un capteur). Il peut être causé par un mauvais éclairage ou par une température élevée du capteur.

Le bruit impulsif « bruit poivre et sel » se présente sous la forme de pixels clairs et sombres peu nombreux. Il provient de distorsions d'impulsions comme celles provenant d'une soudure électrique à proximité de l'appareil électronique prenant l'image ou dues à un mauvais stockage de vieilles photographies. Il influence une petite partie de l'ensemble des pixels.

Traitement d'image et OpenCv

Techniques de réduction de bruit

Réduction du bruit gaussien: Filtre moyeneur

La méthode la plus efficace pour réduire l'intensité du bruit gaussien consiste à remplacer la luminosité d'un pixel P par la valeur moyenne de la luminosité d'un petit sous-ensemble de pixels dans le voisinage de ce pixel. Ce qui implique l'application d'un Filtre moyeneur.

Le filtre moyeneur calcule la valeur moyenne en niveaux de gris dans une fenêtre carrée de glissement de $W \times W$ pixels, où W est la largeur et la hauteur d'une fenêtre carrée de glissement. Plus la taille de la fenêtre W est grande, plus la suppression du bruit gaussien est forte : Le filtre diminue le bruit par le facteur W.

Traitement d'image et OpenCv

Techniques de réduction de bruit

Réduction du bruit gaussien: Filtre moyennneur

$1/9 *$

<i>1</i>	<i>1</i>	<i>1</i>
<i>1</i>	<i>1</i>	<i>1</i>
<i>1</i>	<i>1</i>	<i>1</i>

Filtre 3x3

$1/25 *$

<i>1</i>	<i>1</i>	<i>1</i>	<i>1</i>	<i>1</i>
<i>1</i>	<i>1</i>	<i>1</i>	<i>1</i>	<i>1</i>
<i>1</i>	<i>1</i>	<i>1</i>	<i>1</i>	<i>1</i>
<i>1</i>	<i>1</i>	<i>1</i>	<i>1</i>	<i>1</i>
<i>1</i>	<i>1</i>	<i>1</i>	<i>1</i>	<i>1</i>

Filtre 5x5

Techniques de réduction de bruit

Réduction du bruit gaussien: Filtre moyennneur

▫ Inconvénients du filtre moyennneur:

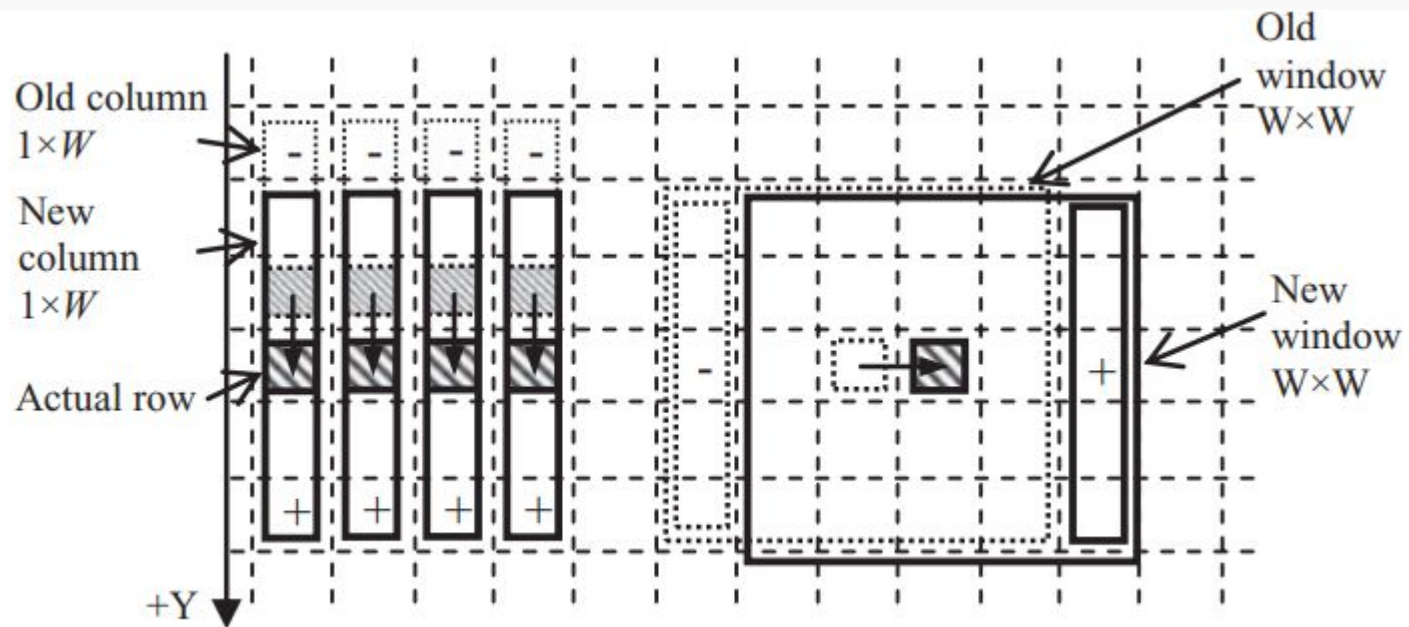
- Les filtres moyennneurs, bien qu'ils sont très efficaces pour réduire l'intensité du bruit gaussien, ils rendent l'image fortement floue.
- Certaines applications (par exemple, la correction d'ombre) utilisent des fenêtres de glissement beaucoup plus grandes; par exemple, une fenêtre de $400 \times 400 = 160\,000$ pixels. Si une application utilise le filtre moyennneur le plus simple avec une fenêtre de glissement aussi grande, elle peut fonctionner pendant plusieurs minutes.

Traitement d'image et OpenCv

Techniques de réduction de bruit

Réduction du bruit gaussien: Filtre moyenneur

❑ Inconvénients du filtre moyenneur: Solution pour le temps de filtrage



Fast average filter

Techniques de réduction de bruit

Réduction du bruit gaussien: Filtre gaussien

Le filtre moyenneur produit une image lissée dans laquelle on peut voir certaines formes rectangulaires non présentes dans l'image originale. Dès qu'un pixel a une luminosité exceptionnelle qui diffère fortement des valeurs des pixels adjacents, le rectangle devient visible. Il s'agit d'une distorsion indésirable. Elle peut être évitée en utilisant le **filtre gaussien** qui multiplie les valeurs de gris à ajouter par des valeurs qui décroissent avec la distance du centre de la fenêtre selon la loi de Gauss bidimensionnelle. En outre, le filtre gaussien permet une meilleure suppression du bruit.

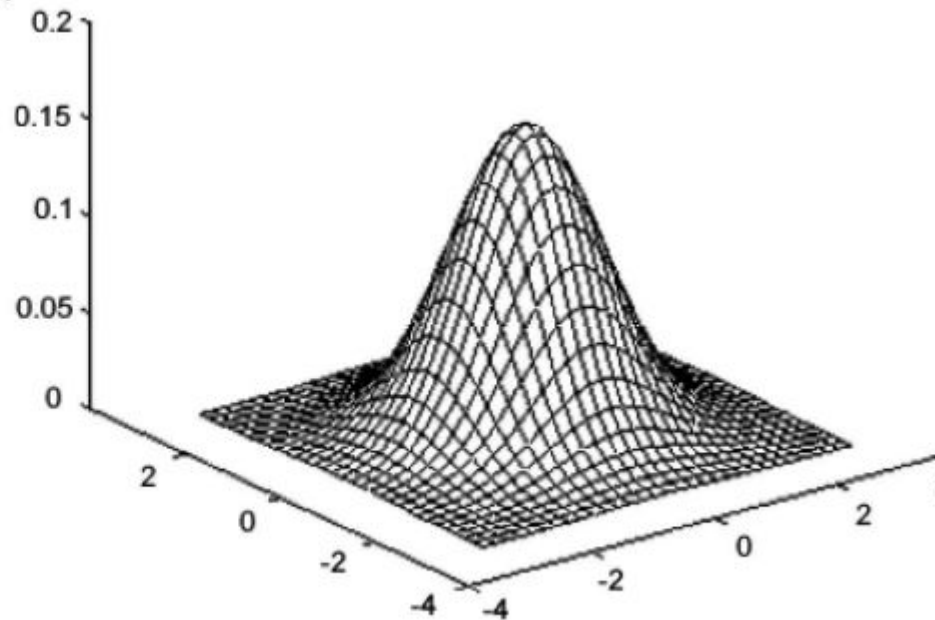
Traitement d'image et OpenCv

Techniques de réduction de bruit

Réduction du bruit gaussien: Filtre gaussien

Le filtre gaussien possède un noyau de convolution de forme gaussienne.

$$G(x, y) = \frac{1}{2\pi\sigma^2} e^{-\frac{(x^2+y^2)}{2\sigma^2}}$$



Traitement d'image et OpenCv

Techniques de réduction de bruit

Réduction du bruit gaussien: Filtre gaussien

le filtre gaussien est séparable:

- On peut filtrer les lignes avec un noyau 1 ligne x 5 colonnes de profil gaussien (par exemple)
 - On filtre le résultat (les colonnes) avec un noyau de 5 lignes x 1 colonne de profil gaussien
- La propriété d'être séparable permet d'accélérer les calculs par rapport à la convolution classique en 2D.

$$(1/16) \begin{bmatrix} 1 & 2 & 1 \\ 2 & 4 & 2 \\ 1 & 2 & 1 \end{bmatrix}$$

$$(1/4) \begin{bmatrix} 1 & 1 \\ 1 & 1 \end{bmatrix} * (1/4) \begin{bmatrix} 1 & 1 \\ 1 & 1 \end{bmatrix} = (1/16) \begin{bmatrix} 1 & 2 & 1 \\ 2 & 4 & 2 \\ 1 & 2 & 1 \end{bmatrix}$$

$$(1/4) \begin{bmatrix} 1 \\ 2 \\ 1 \end{bmatrix} * (1/4) \begin{bmatrix} 1 & 2 & 1 \end{bmatrix} = (1/16) \begin{bmatrix} 1 & 2 & 1 \\ 2 & 4 & 2 \\ 1 & 2 & 1 \end{bmatrix}$$

Techniques de réduction de bruit

Réduction du bruit gaussien : Filtre médian

L'idée principale du filtre médian est de remplacer chaque entrée par la valeur médiane de son voisinage.

En d'autres termes, le filtre médian suit les étapes suivantes:

1. trier les valeurs d'illuminance des pixels couverts par le masque
2. extraire la médiane des données triées
3. remplacer la valeur du pixel central par la médiane

Exemple:

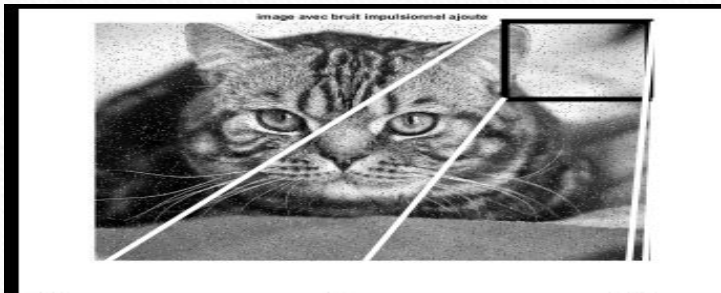
5	6	7
6	111	8
7	8	9

= ?

Traitement d'image et OpenCv

Techniques de réduction de bruit

Réduction du bruit gaussien : Filtre médian



Image



Filtre moyennneur



Filtrage médian

Techniques de réduction de bruit

Réduction du bruit gaussien : Filtre bilatéral

- L'idée de base du filtre bilatéral est basé sur l'algorithme d'espérance-maximisation (EM).
- L'étape d'espérance dans le **Filtre bilatéral** implique la subdivision des couleurs dans la fenêtre de glissement en deux sous-ensembles, ceux qui sont proches de la couleur du pixel central et ceux qui en sont éloignés.
- L'étape de maximisation dans le **Filtre bilatéral** consiste à calculer la moyenne des couleurs proches.

La première itération apporte un résultat qui est proche de la valeur moyenne du sous-ensemble de pixels dans la fenêtre de glissement dont les couleurs sont proches de la couleur du pixel central avec une forte probabilité.

Traitement d'image et OpenCv

Techniques de réduction de bruit

Réduction du bruit gaussien : Filtre bilatéral



Traitement d'image et OpenCv

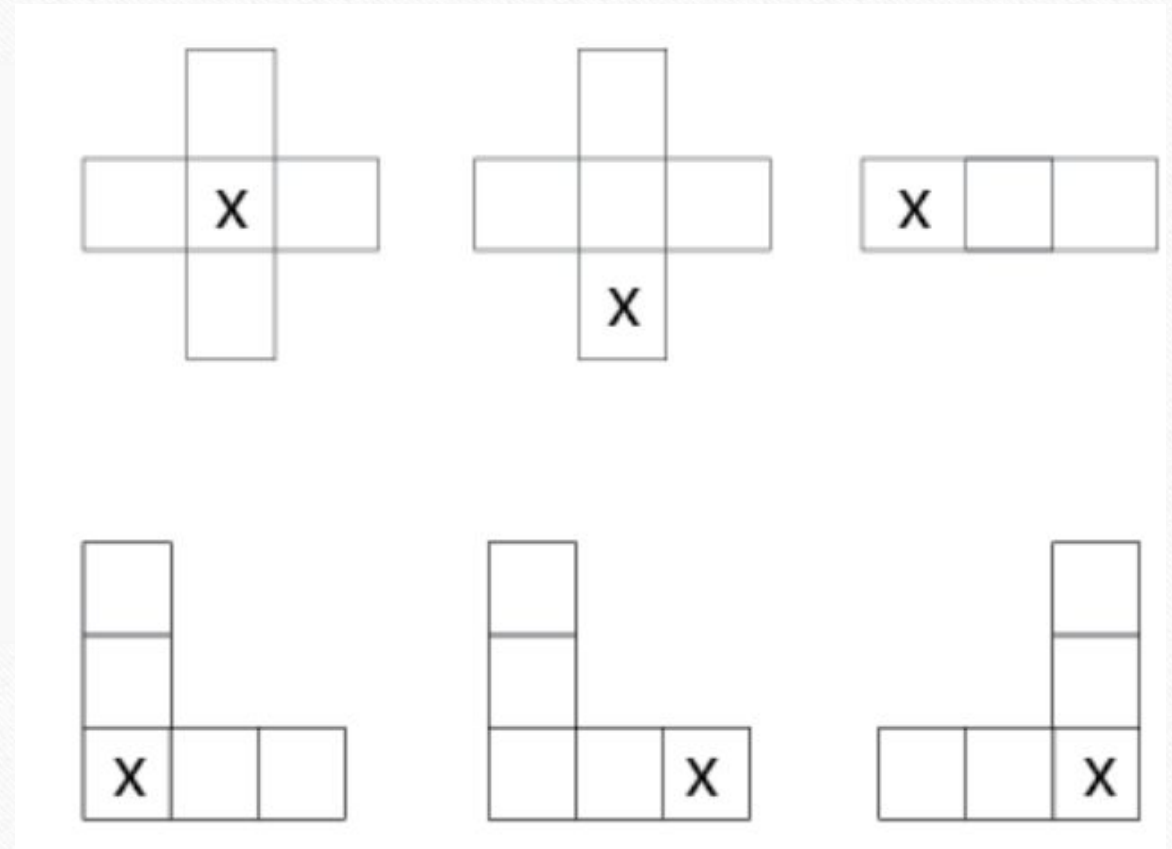
Techniques de réduction de bruit

Réduction du bruit gaussien :

Opérateurs morphologiques

On compte plusieurs types de filtres non-linéaires dits **morphologiques**.

Ces filtres effectuent des opérations min-max appliquées sur un noyau de forme variable "s" appelé élément structurant



Techniques de réduction de bruit

Réduction du bruit gaussien : Opérateurs morphologiques

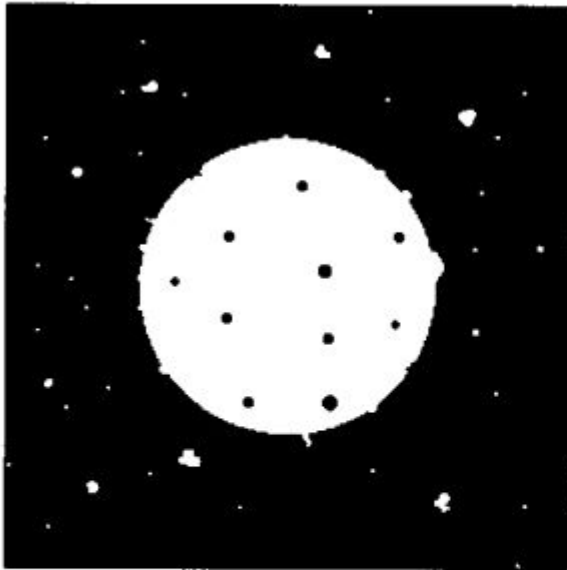
Les opérations min-max peuvent être appliquées en séquence sur les images avec un élément structurant donné.

- Érosion (min): si un pixel prend la valeur 0 sur un des éléments du masque, le pixel “central” du masque est mis à 0
- Dilatation (max): si un pixel prend la valeur 1 sur un des éléments du masque, le pixel “central” du masque est mis à 1
- Ouverture: érosion suivie d'une dilatation - élimine les “grenailles” dans l'image binaire
- Fermeture: dilatation suivie d'une érosion - bouche les trous dans une image binaire

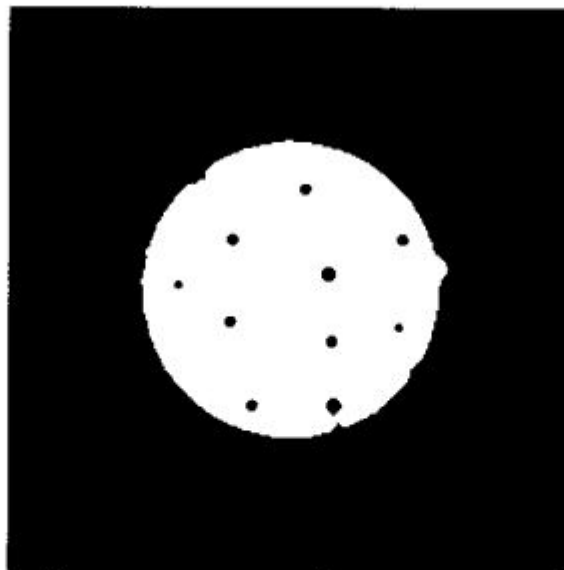
Traitement d'image et OpenCv

Techniques de réduction de bruit

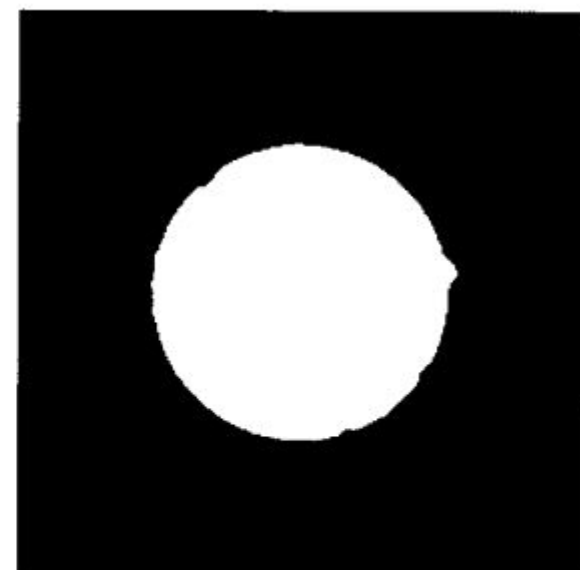
Réduction du bruit gaussien : Opérateurs morphologiques



Image



Ouverture



Fermeture

Techniques de réduction de bruit

Réduction du bruit impulsionnel:

Le problème de la suppression du bruit impulsionnel dans les images en niveaux de gris ou en couleurs est assez compliqué. Il est nécessaire de détecter automatiquement tous les sous-ensembles S de pixels qui satisfont, dans le cas d'un bruit sombre, aux conditions suivantes :

1. Tous les pixels d'un sous-ensemble S doivent avoir une luminosité inférieure ou égale à un seuil T .
2. Le sous-ensemble S est connecté.
3. Le nombre de pixels (c'est-à-dire l'aire de S) est inférieur à une valeur prédéfinie M .
4. Tous les pixels qui n'appartiennent pas à S mais sont adjacents à des pixels de S doivent avoir une luminosité supérieure à T .
5. Le seuil T peut être différent pour différents sous-ensembles S .

Traitement d'image et OpenCv

Amélioration du contraste

Nous définissons le contraste d'une image numérique comme suit:

$$C = (L_{\max} - L_{\min}) / \text{Domain}$$

Où L_{\max} est la luminosité maximale et L_{\min} est la luminosité minimale de l'image et Domain est le domaine de la luminosité ou la valeur maximale possible de la différence. $L_{\max} - L_{\min}$.

La mesure de contraste qui vient d'être définie dépend évidemment de la luminosité d'un seul pixel. Pour obtenir une mesure plus robuste, il est nécessaire de connaître les fréquences des valeurs de luminosité : Une valeur apparaissant dans un petit nombre de pixels n'est pas importante. Les fréquences sont contenues dans l'histogramme de l'image.

Notion d'histogramme: **Amélioration du contraste**

- L'histogramme d'une image mesure la distribution des niveaux de gris dans l'image. Pour un niveau de gris **X**, l'histogramme permet de connaître la probabilité de tomber sur un pixel de valeur **X** en tirant un pixel au hasard dans l'image.
- En divisant chaque valeur de l'histogramme par le nombre total de pixels dans l'image on obtient un **histogramme normalisé**. L'histogramme normalisé correspond à une distribution de probabilité empirique (toutes les valeurs sont comprises entre 0 et 1 et la somme des valeurs vaut 1).

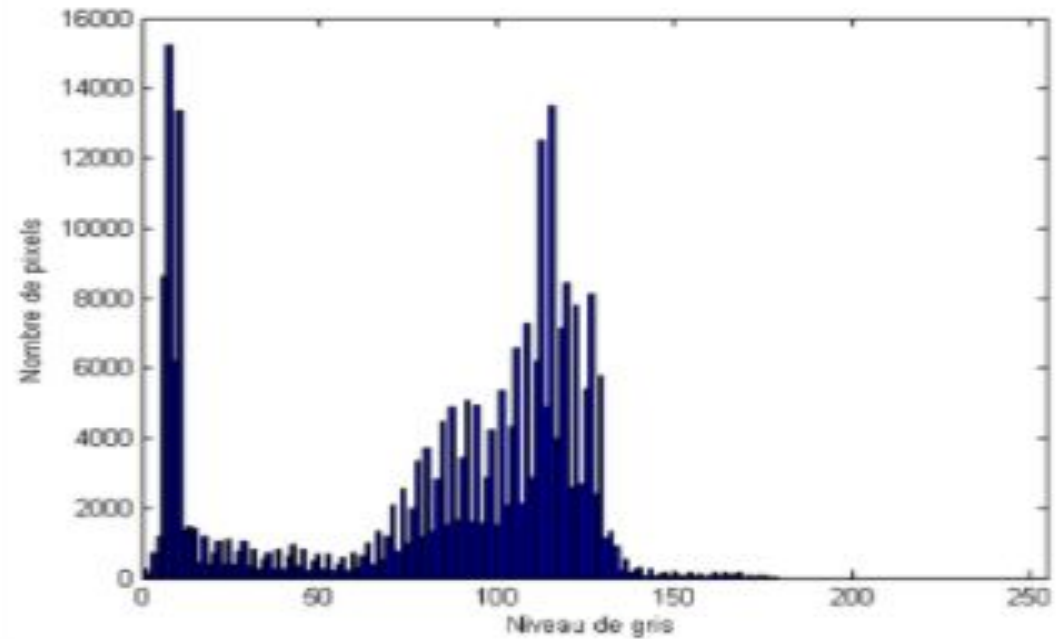
- Exemple:

0	1	2	2	3
0	1	2	2	3
0	1	2	2	4
0	1	2	2	4
0	1	2	2	4

Traitement d'image et OpenCv

Amélioration du contraste

Notion d'histogramme:

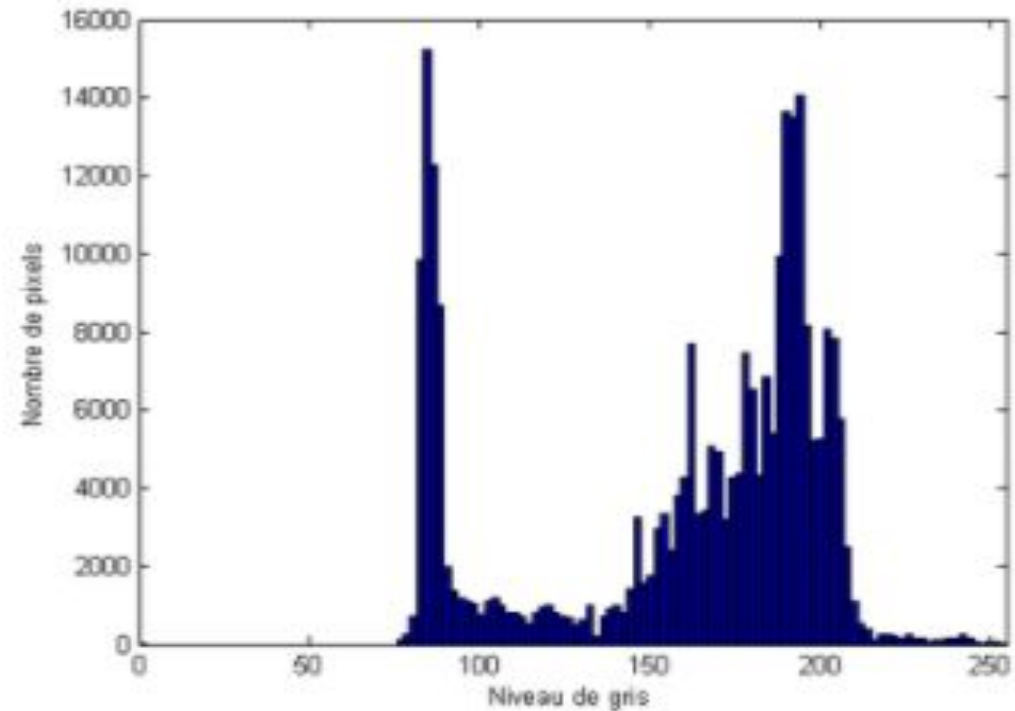


Histogramme est tassé sur la gauche; l'image est trop sombre

Traitement d'image et OpenCv

Amélioration du contraste

Notion d'histogramme:

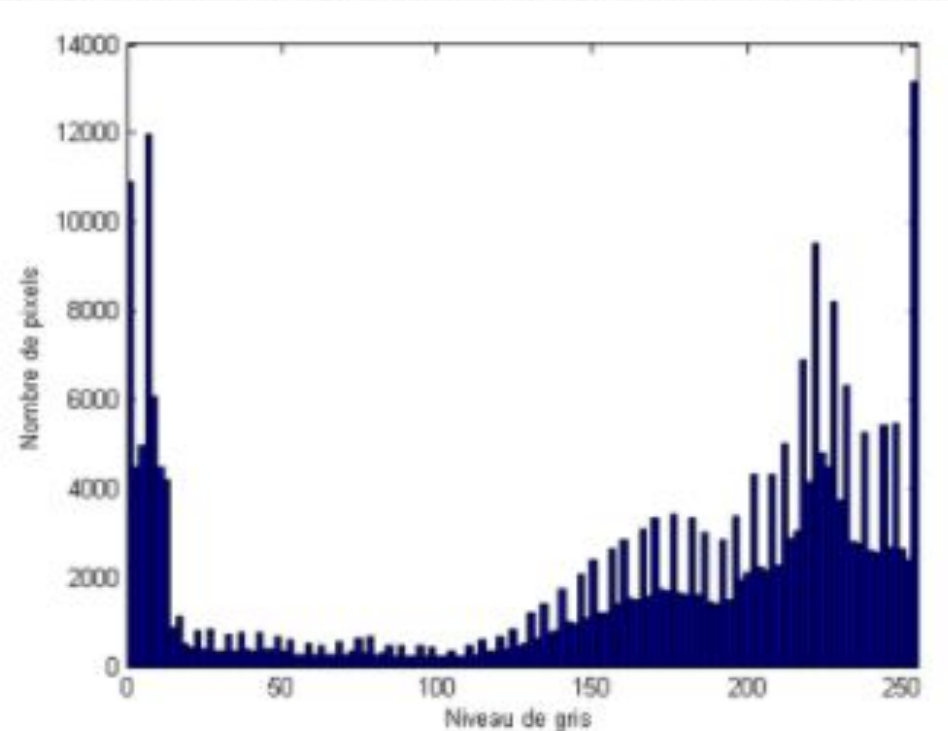


L'histogramme est tassé au centre; l'image est grisâtre et manque de contraste

Traitement d'image et OpenCv

Amélioration du contraste

Notion d'histogramme:



L'histogramme est trop creuse au centre; les noirs sont trop noirs, les blancs trop blancs (on dit que l'image est saturée)

Amélioration du contraste

Égalisation des histogrammes: Histogram Equalization



(a)



(b)



(c)



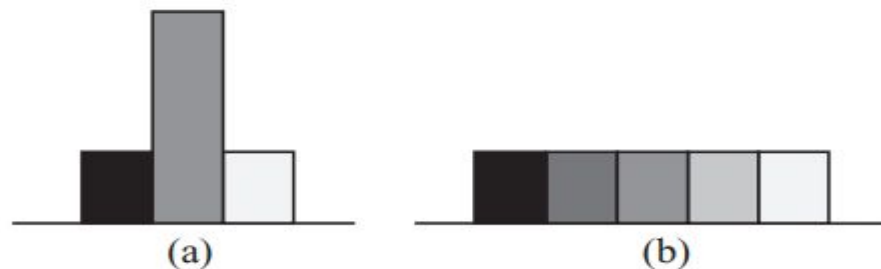
(d)

Exemples de changements de contraste : (a) original avec histogramme ; (b) contraste réduit avec histogramme ; (c) amélioration linéaire du contraste ; (d) égalisation de l'histogramme.

Amélioration du contraste

Égalisation des histogrammes: Histogram Equalization

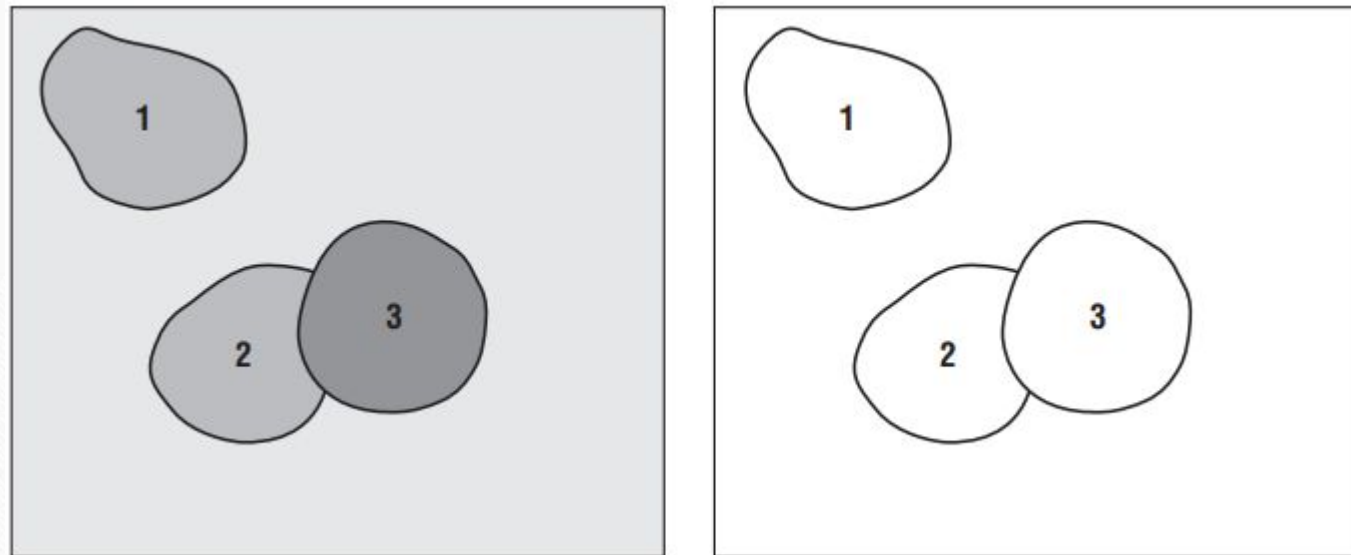
Une idée bien connue pour augmenter le contraste de telles images est celle de l'égalisation des histogrammes : Il est nécessaire de transformer les valeurs de luminosité de telle sorte que toutes les valeurs obtiennent presque les mêmes fréquences. Pour cela, un pixel dont la valeur de niveau gris est une fréquence relativement élevée doit être remplacé par de nombreux pixels dont les valeurs de gris différentes ont des fréquences plus basses.



Traitement d'image et OpenCv

Techniques de détection des contours

La détection des contours fait partie d'un processus appelé **segmentation**, qui consiste à identifier des régions dans une image. Parfois cette étape est seulement nécessaire, en particulier lorsque les objets d'une image sont des lignes, ou quand les objets sont isolés



Traitement d'image et OpenCv

Techniques de détection des contours

Un contour d'une image est la **limite** entre un objet et l'arrière-plan. Il indique également la limite entre des objets qui se chevauchent. Cela signifie que si les contours d'une image peuvent être identifiés avec précision, alors tous les objets peuvent être localisés et les propriétés de base telles que **la surface, le périmètre et la forme** peuvent être mesurées. Comme la vision par ordinateur « Computer vision » implique l'identification et la classification d'objets dans une image, la détection des contours est un outil essentiel.

Techniques de détection des contours

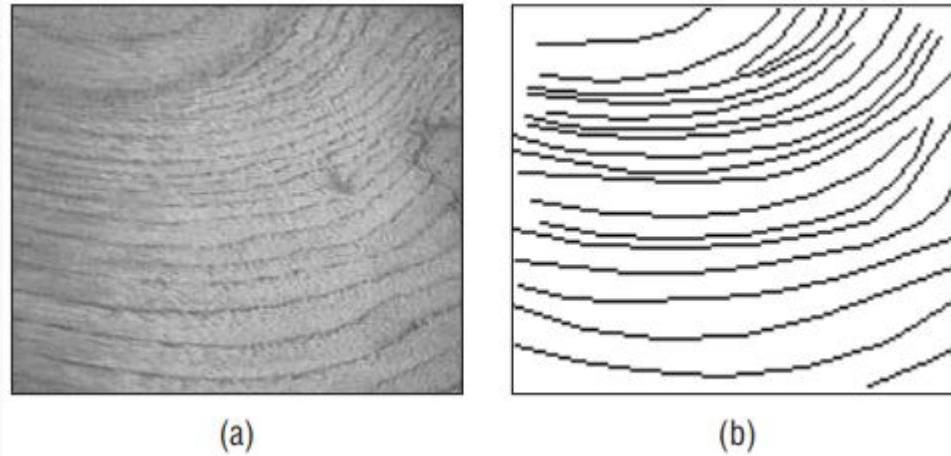


Figure: La coupe transversale A d'un arbre. (a) Image originale en niveau de gris. (b) Image améliorée au niveau des contours, montrant les anneaux de croissance.

Techniquement, la détection des contours consiste à localiser les pixels des contours. Le renforcement des contours est le processus qui consiste à augmenter le contraste entre les contours et le arrière-plan afin que les contours deviennent visibles.

Techniques de détection des contours

Deux approches :

1. **Approche gradient** : Détermination des extréma locaux dans la direction du gradient.
2. **Approche laplacien** : Détermination des passages par zéro du laplacien.
 - Ces approches reposent sur le fait que les contours correspondent des discontinuités d'ordre 0 de la fonction d'intensité.

Techniques de détection des contours

Les différentes approches existantes se classent ensuite suivant la manière d'estimer les dérivées de la fonction d'intensité :

1. Différences finies.
2. Filtrage optimal.
3. Modélisation de la fonction d'intensité.

Techniques de détection des contours

1. Différences finies:

- Opérateur de Roberts.
- Opérateur de Prewitt
- Opérateur de Sobel
- Opérateur de Kirch
- Opérateur de Robinson

1. Différences finies: **Techniques de détection des contours** Opérateur de Sobel

l'opérateur Sobel calcule le **gradient** de l'intensité de chaque pixel. Ceci indique la direction de la plus forte variation **du clair au sombre**, ainsi que le taux de changement dans cette direction. On connaît alors les points de changement soudain de luminosité, correspondant probablement à des contours, ainsi que l'orientation de ces bords.

1. Différences finies: **Techniques de détection des contours** Opérateur de Sobel

L'opérateur utilise des matrices de convolution. La matrice de taille 3×3 subit une convolution avec l'image pour calculer des approximations des dérivées horizontale et verticale.

$$\mathbf{G}_x = \begin{bmatrix} -1 & 0 & 1 \\ -2 & 0 & 2 \\ -1 & 0 & 1 \end{bmatrix} * \mathbf{A} \quad \text{et} \quad \mathbf{G}_y = \begin{bmatrix} -1 & -2 & -1 \\ 0 & 0 & 0 \\ 1 & 2 & 1 \end{bmatrix} * \mathbf{A}$$

Les approximations des gradients horizontaux et verticaux peuvent être combinées comme suit pour obtenir une approximation de la norme du gradient :

$$\mathbf{G} = \sqrt{\mathbf{G}_x^2 + \mathbf{G}_y^2}$$

On peut également calculer la direction du gradient comme suit :

$$\Theta = \text{atan2}(\mathbf{G}_y, \mathbf{G}_x)$$

2. Dérivation par filtrage optimal

Les dérivations présentées consistent à convoluer l'image par des masques de petites dimensions. Ces approches sont donc dépendantes de la taille des objets traités, elles sont aussi très sensible au bruit. Un autre type d'approche plus récentes repose sur la définition de critères d'optimalité de la détection de contours; ces critères débouchant sur des filtres de lissage optimaux.

2. Dérivation par filtrage optimal: Filtre de Canny

Techniques de détection des contours

L'algorithme a été conçu par John Canny en 1986 pour être optimal suivant trois critères clairement explicités :

- ☐ Bonne détection : faible taux d'erreur dans la signalisation des contours,
- ☐ Bonne localisation : minimisation des distances entre les contours détectés et les contours réels,
- ☐ Clarté de la réponse : une seule réponse par contour et pas de faux positifs

2. Dérivation par filtrage optimal

Techniques de détection des contours

- ❑ **Réduction du bruit:** Un filtrage gaussien 2D est utilisé.
- ❑ **Gradient d'intensité:** Appliquer un gradient qui retourne l'intensité des contours.
- ❑ **Direction des contours.**
- ❑ **Suppression des non-maxima:** Seuls les points correspondant à des maxima locaux sont considérés comme correspondant à des contours, et sont conservés pour la prochaine étape de la détection.
- ❑ **Seuillage des contours:** Détermination d'un seuil bas et haut.

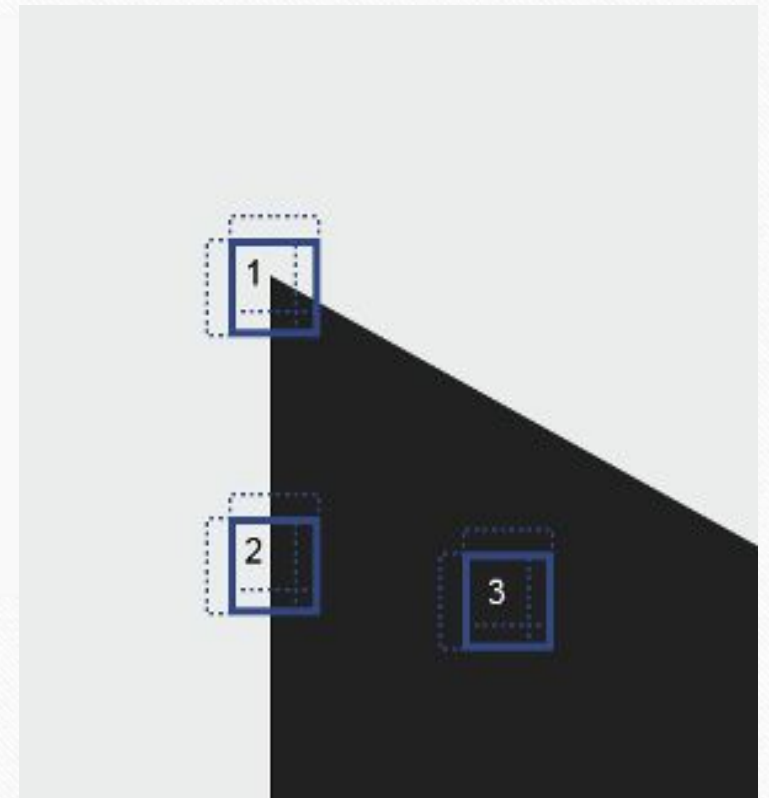
Localisation des coins

- ❑ Les coins (corners en anglais) sont d'autres features riches en informations. Ils se situent dans les régions où l'intensité varie fortement dans au moins deux directions
- ❑ L'idée est de considérer une petite fenêtre autour de chaque pixel p dans une image. Nous voulons identifier toutes ces fenêtres de pixels qui sont uniques. L'unicité peut être mesurée en déplaçant chaque fenêtre d'une petite quantité dans une direction donnée et en mesurant la quantité de changement qui se produit dans les valeurs des pixels.
- ❑ Le détecteur le plus utilisé est celui de **Harris-Stephens**.

Localisation des coins

Les détecteurs de Moravec et de Harris-Stephens

- ❑ Situation 1 : la zone contient un coin, l'intensité change brusquement dans plusieurs directions.
- ❑ Situation 2 : la zone contient un contour, l'intensité change brusquement si on se déplace horizontalement et très peu verticalement.
- ❑ Situation 3 : pas de changement d'intensité : la région est uniforme.



Traitement d'image et OpenCv

Transformée de Hough

- ❑ La transformée de Hough est conçue pour trouver des formes particulières à n'importe quel endroit et n'importe quelle orientation dans une image.

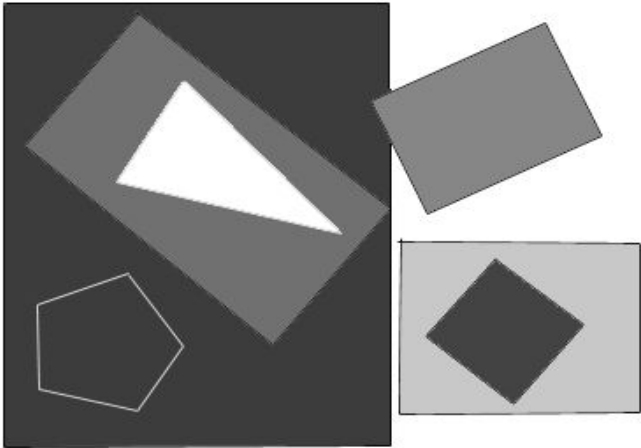
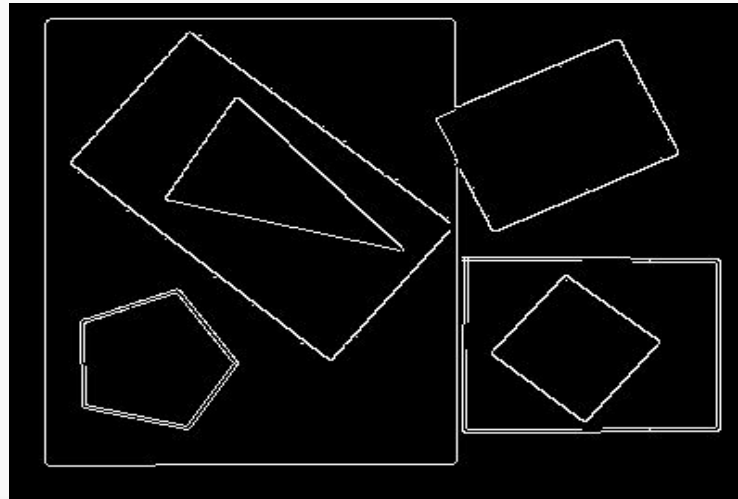
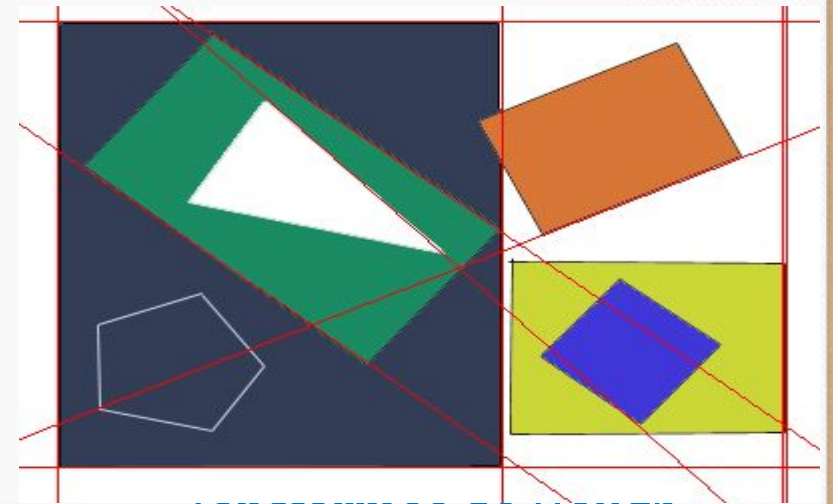


Image en niveaux de gris



Filtrage par Canny



Transformée de Hough

- ❑ Les droites sont données par les doublets (ρ, θ) . Par exemple, la première droite de la liste est $(\rho=19, \theta=0)$.

Traitement d'image et OpenCv

Programmes OpenCv

Taille d'image:

```
cout << "Width : " << src.cols << endl;
```

```
cout << "Height: " << src.rows << endl;
```

```
cout << "Width : " << src.size().width << endl;
```

```
cout << "Height: " << src.size().height << endl;
```

```
cout << "Width : " << src.size[1] << endl;
```

```
cout << "Height: " << src.size[0] << endl;
```


Traitement d'image et OpenCv

Programmes OpenCv

Conversion RGB en HSV:

```
Mat fullImageHSV;  
cvtColor(inputImage, fullImageHSV, CV_BGR2HSV);
```

Conversion RGB à une image en niveaux de gris:

```
Mat fullImageGR;  
cvtColor(inputImage, fullImageHSV, CV_BGR2GRAY );
```

Conversion RGB en CIE Lab

```
Mat fullImageGR;  
cvtColor(inputImage, fullImageHSV, CV_BGR2LAB );
```

Traitement d'image et OpenCv

Programmes OpenCv

Filtre Gaussian:

```
GaussianBlur (   InputArray  src,  
                 OutputArray dst,  
                 Size ksize,  
                 double  sigmaX,  
                 double  sigmaY = 0,  
                )
```

Exemple:

```
GaussianBlut( src, dst, Size( i, i ), 0, 0 );
```


Traitement d'image et OpenCv

Programmes OpenCv

Filtre Median:

```
medianBlur (   InputArray  src,  
               OutputArray dst,  
               int  ksize  
            )
```

Exemple:

```
medianBlur ( src, dst, i );
```

Traitement d'image et OpenCv

Programmes OpenCv

Filtre Bilatéral:

```
bilateralFilter (   InputArray  src,  
                   OutputArray dst,  
                   int d,  
                   double  sigmaColor,  
                   double  sigmaSpace,  
                   )
```

Exemple:

```
bilateralFilter ( src, dst, i, i*2, i/2 );
```