

Introduction à la vision par ordinateur

ABOUTABIT Noureddine

- C'est quoi la vision par ordinateur ?

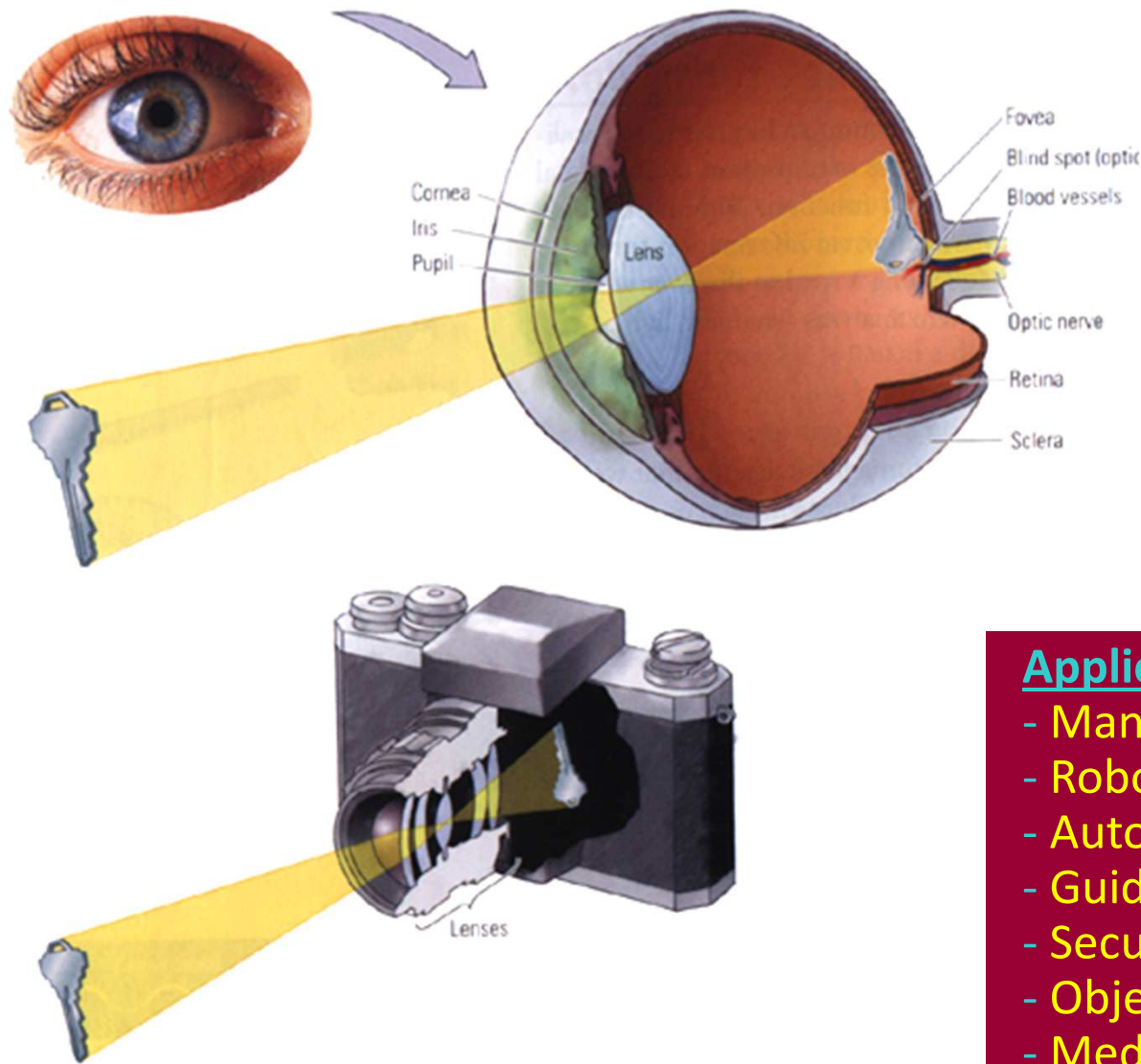


Vision par ordinateur

- La vision par ordinateur ne cherche pas à comprendre ou à reproduire la vision humaine, mais à construire un modèle algorithmique qui, vu de l'extérieur, possède des propriétés semblables.

Vision par ordinateur

- Compréhension automatique des images et de la vidéo :
 1. Calcul des propriétés du monde réel 3D à partir des données visuelles (mesure)
 2. Représentations et algorithmes permettant à une machine de reconnaître des objets, personnes, scènes et activités (perception et interprétation)
 3. Algorithmes pour analyser, rechercher et interagir avec les données visuelles (organisation, indexation et recherche)

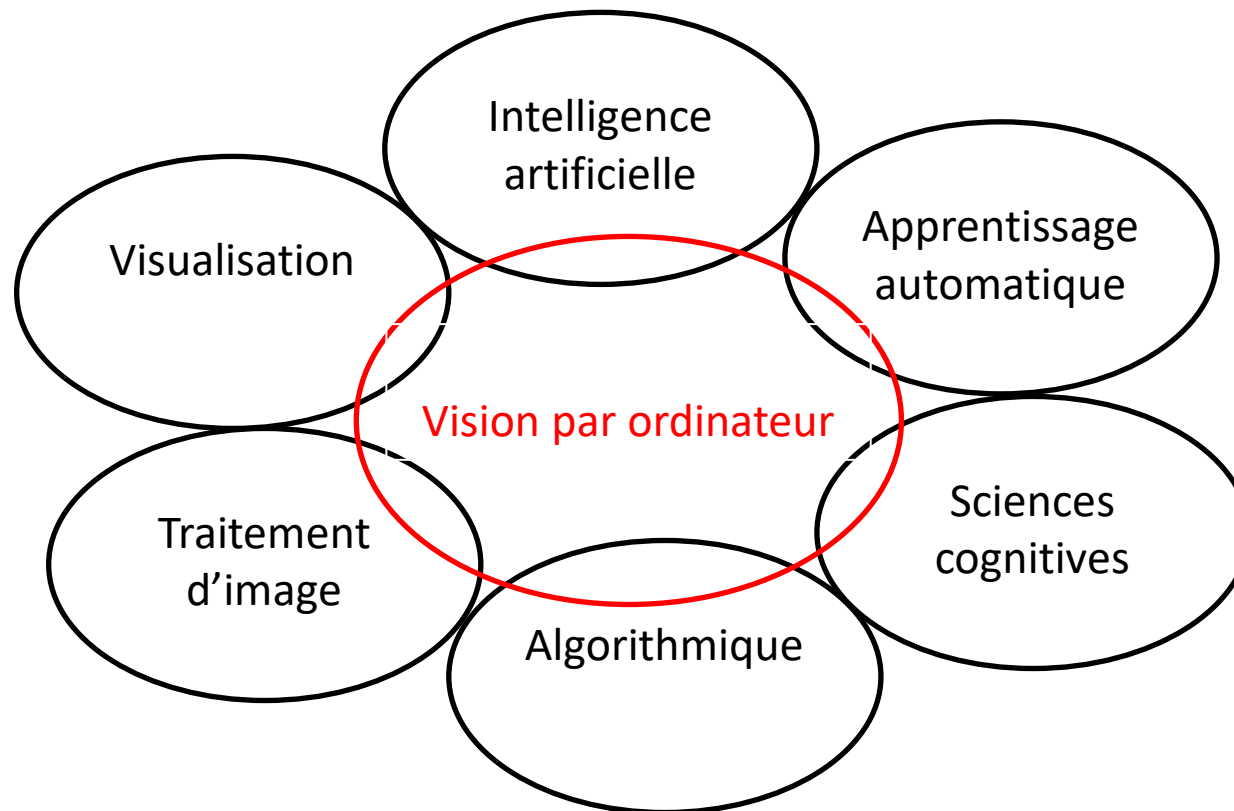


- Comment se forme une image ?
(géométrie et photométrie)
- Comment représenter une image?
- Quels sont les types d'opérations applicables sur les images ?
- Que nous dit les images sur le monde ?
(analyse & interprétation)

Applications:

- Manufacturing and inspection; QA
- Robot navigation
- Autonomous vehicles
- Guiding tools for blind
- Security and monitoring
- Object/face recognition; OCR.
- Medical Applications
- Visualization; NVS
- Visual communication
- Digital libraries and video search
- Video manipulation and editing₅

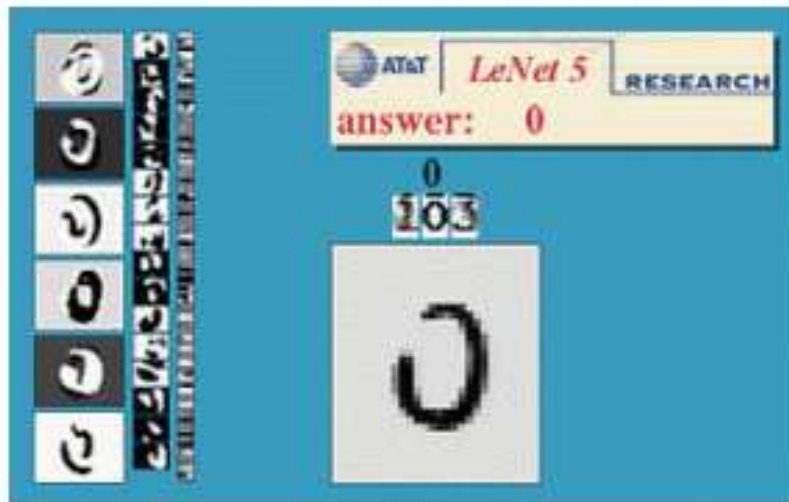
Disciplines proches



Vision par ordinateur, traitement de l'image et la visualisation ?

- Visualisation :
 - Descriptions --> images
- Traitement de l'image :
 - Images --> images
- Vision par ordinateur :
 - Images --> descriptions

Optical Character Recognition (OCR)



Digit recognition, AT&T labs
<http://www.research.att.com/~yann/>



License plate readers
http://en.wikipedia.org/wiki/Automatic_number_plate_recogni

Object recognition



- This is becoming real:
 - **Lincoln** Microsoft Research
 - Point & Find, Nokia
 - SnapTell.com (now amazon)
 - Google Goggles

Faces and digital cameras



Camera waits for everyone to smile to take a photo [Canon]



Setting camera focus via face detection

Panoramic Mosaic Image



Original
video
clip

Generated Mosaic image



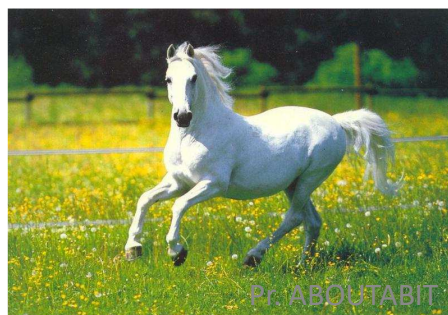
Video Removal



Original



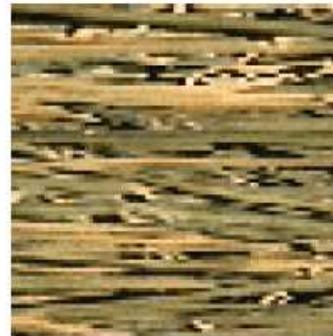
Synthesized



Pr. ABOUTABIT

Descripteurs de texture

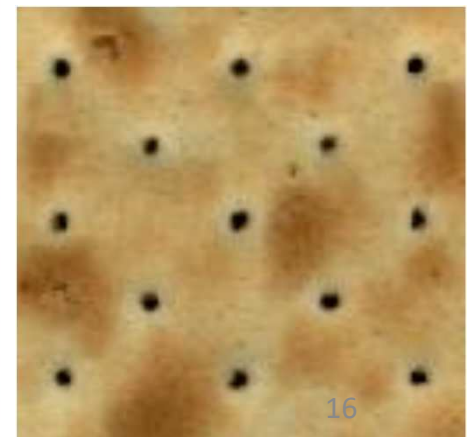
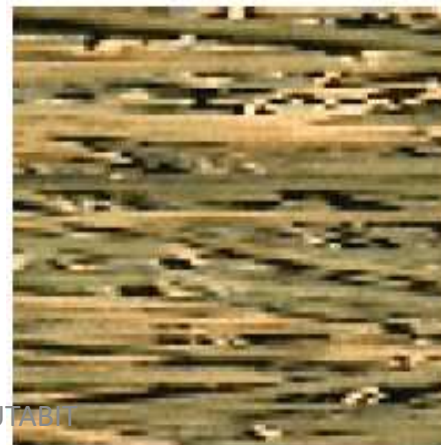
Texture



Comment définir la texture dans une image ?

Texture

- Pas de définition standard.
- Une texture peut être définie comme une structure 2D contenant une certaine régularité déterministe ou statistique.
- Elle peut être aussi définie avec les variations des structures de l'image qui sont plus petites que les dimensions d'intérêt.
- Les textures peuvent être composées de lignes avec des distances et des orientations régulières ou stochastiques, ou des primitives (motifs) 2D répétées dans une forme régulière.



Texture

- Texture = structure dans l'espace réel (objet)
- Traitement d'image appliqué sur le signal image produit le capteur d'image.
- Cas idéal : le signal image fournit une description directe de la texture réelle. (pas toujours le cas)
- En pratique : les conditions d'acquisition de l'image sont souvent sous-optimales. Les différences entre la texture réelle et le signal image sont dues :
 - A la structure : affectée par des distorsions géométrique lors de la capture de l'image.
 - Aux conditions d'illumination ou des propriétés de la réflectance de la surface de l'objet (signal image non homogène).

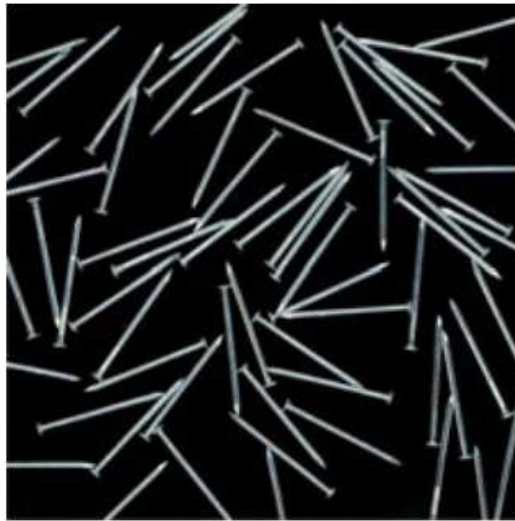
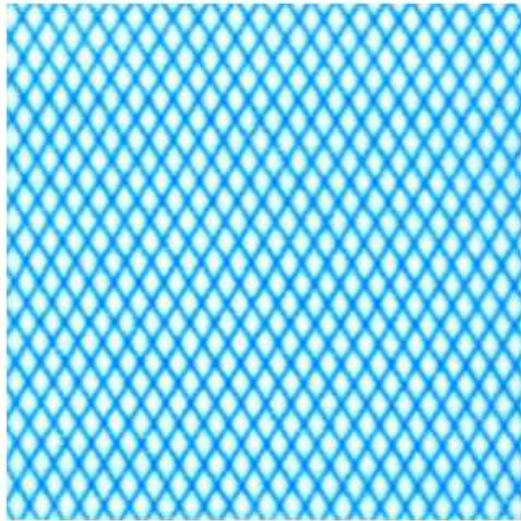
Ainsi, l'analyse de la texture d'une image donnée suppose un pré-traitement adéquat.

Texture

- Selon la nature déterministe ou stochastique, les textures peuvent être décrites par différent types de modèles.

Types de textures :

- Structural texture
- Structural-statistique texture



Texture

En vision par ordinateur, l'analyse de la texture peut être utilisée dans les tâches suivantes :

- **Classification des textures (Texture classification)**: discriminer entre différentes textures.
- **Segmentation des textures (Texture segmentation)**: segmentation de l'image en des régions connectées selon la texture.
- **Séparation des textures (Texture separation)**: séparation de composantes texture et l'arrière plan de l'image.
- **Estimation des paramètres de texture (Estimation of texture parameters)**: exemple intensités ou angles.
- **Détection des défauts (Defect detection)**: détection d'écarts significatifs par rapport à la régularité de la texture.

Analyse des descripteurs de texture

- Pour l'analyse de texture, il n'est pas nécessaire d'utiliser un modèle explicite de la texture.
- Des primitives avec une définition générale peuvent être utilisées.
- Avec ces primitives, la texture peut être caractérisée et les différences par rapport à une image de référence peuvent être détectées.
- Un descripteur de texture peut être appliqué de façon global sur l'image en entier ou sur une région locale de l'image → **descripteur global ou local**
- Les descripteurs globaux caractérisent des informations sur les propriétés moyennes de la texture. Ils peuvent être utilisés pour la classification des textures par exemple.
- Les descripteurs locaux décrivent une région petite de l'image. Ils sont donc adaptés à la détection de défauts dont l'étendue spatiale est limitée.

gray-level co-occurrence matrix (GLCM)

Principe : GLCM peut être décrite comme un histogramme 2D qui compte le nombre de co-occurrences entre chaque paire de niveaux de gris selon la distance entre eux. Il se diffère de l'histogramme d'ordre 1 par le fait que GLCM dépend non seulement de l'intensité mais aussi de la relation spatiale entre les pixels.

Pour chaque deux pixels, un est appelé “référence” et l'autre “voisin”. GLCM détermine combien de fois deux niveaux d'intensités se produisent quand la distance entre eux est D et l'angle est θ .

Exemple: $GLCM(1, 3), D = 1, \theta = 0^\circ$ indique combien de fois le pixel référence avec l'intensité 1 se produit simultanément avec son voisin d'intensité 3 quand ils sont séparés par une distance $D=1$ et $\theta = 0$.

gray-level co-occurrence matrix (GLCM)

Principe : Les étapes de calcul du GLCM sont :

1. Trouver le nombre total des niveaux de gris dans l'image. Si le nombre est L alors numérote ces niveaux de 0 à $L-1$.
2. Créer une matrice de dimension $L \times L$, où les lignes et les colonnes sont numérotées de 0 à $L-1$.
3. Sélectionner les paramètres D et θ appropriés du GLCM.
4. Trouver les co-occurrences entre chaque paire de niveaux d'intensité.

Remarque : le GLCM accepte en entrée une image niveaux de gris ou binaire. Si l'image est en couleur alors il faut la convertir en niveau de gris ou utiliser seulement une seule composante couleur le cas échéant.

gray-level co-occurrence matrix (GLCM)

Choix des paramètres :

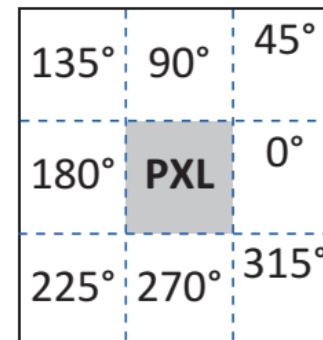
Choix de D :

Les études de recherche montre que les meilleures valeurs pour D sont étalées de 1 à 10. Des valeurs grandes de D correspondent à des GLCMs qui ne capturent pas l'information détaillée de la texture. Les résultats sont précis pour D=1, 2, 4, 8 avec D=1, 2 étant les meilleures.

“Decreasing the distance yields better results than higher distances.”

Choix de θ :

Pour une matrice 3*3, le pixel en centre a 8 pixels voisins. Entre ce pixel centre et ces 8 pixels voisins il y a 8 possible valeurs pour θ .



gray-level co-occurrence matrix (GLCM)

Exemple :

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



GLCM $D=1, \theta = 0$

	0	1	2	3
0	0	0	2	1
1	0	0	0	1
2	1	0	6	3
3	1	0	3	2

- $GLCM_{(0,0),D=1,\theta=0^\circ} = 0$: il n'y a pas de pixel avec l'intensité 0 qui est voisin horizontalement à un autre pixel avec l'intensité 0 .
- Idem pour les paires (0,1), (1,0), (1,1), (1,2), (2,1) et (3,1).
- $GLCM_{(0,2),D=1,\theta=0^\circ} = 2 = GLCM_{(3,3),D=1,\theta=0^\circ}$
- $GLCM_{(0,3),D=1,\theta=0^\circ} = 1$.

gray-level co-occurrence matrix (GLCM)

Normalisation du GLCM

A partir des GLCMs précédents, la probabilité de co-occurrence entre chaque paire de niveaux d'intensité peut être estimée. Ceci est obtenu en divisant chaque élément dans la matrice GLCM par la somme des éléments de la matrice.

	0	1	2	3
0	0	0	2	1
1	0	0	0	1
2	1	0	6	3
3	1	0	3	2

→
En divise par 20=somme
des éléments de la matrice

	0	1	2	3
0	0.0	0.0	0.1	0.05
1	0.0	0.0	0.0	0.05
2	0.05	0.0	0.3	0.15
3	0.05	0.0	0.15	0.1

gray-level co-occurrence matrix (GLCM)

Limitation :

- Sensibilité à la variation de l'illumination : Le GLCM est dépendant des valeurs de niveaux de gris. Tout petit changement dans l'illumination affecte les résultats du GLCM
➔ Une solution est de construire la matrice de co-occurrence à partir des valeurs des gradients et non des intensités. Cette variante du CM est appelée “gray-level gradient based co-occurrence matrix (GLGCM)”.
- GLCM et GLGCM sont tous deux invariants aux transformations de l'image telles que rotation, translation ...

Local Binary Patterns (LBP)

LBP est un descripteur de texture du second ordre.

Les étapes pour extraire les descripteurs LBP :

1. Diviser l'image en blocs (ex. Blocs de 16*16 pixels).
2. Pour chaque bloc, une fenêtre 3*3 est centrée sur chaque pixel. Le pixel central sélectionné $P_{centré}$ est comparé à chacun de ses 8 voisins P_{voisin} suivant l'équation ci-dessous pour obtenir 8 chiffres binaires.

$$P_{voisin} = \begin{cases} 1, & si \\ 0, & P_{central} < P_{voisin} \\ & sinon \end{cases}$$

3. Le code binaire 8-bit est converti à un entier. Les entiers possibles varient de 0 à 255.
4. Remplacer la valeur de $P_{centré}$ avec l'entier calculé.
5. Après calcul des nouvelles valeurs pour tous les pixels d'un bloc, l'histogramme est calculé.
6. Les histogrammes de tous les blocs sont concaténés.

local binary patterns (LBP)

164	43	222	22	58
97	68	50	53	12
91	23	83	21	98
0	88	0	63	162
92	42	32	23	11

Le pixel en centre est compare à ses voisins

1	1	0
1		1
0	1	1

- Pour retourner le code binaire, on peut commencer à partir n'importe position de la matrice 3*3 à condition de garder cette règle tout au long de l'image. Par exemple, si on commence à partir de la position haut gauche, le code est 11011101.
- Ensuite, le code binaire est converti à un nombre décimal. Pour l'exemple précédent le résultat est $128 + 64 + 16 + 8 + 4 + 1 = 221$.

Les opérations précédentes sont répétées pour tous les pixels du bloc et l'histogramme est créé ensuite pour tout le bloc.

Exercices

- Exercice 1 :

Compléter le calcul des Coefficients LBP de l'exemple précédent.

- Exercice 2:

Calculer la matrice de co-occurrence de l'image ci-dessous pour une distance $D=1$, et un angle $\theta=90^\circ$.

1	1	0	0
1	1	0	0
0	0	2	2
0	0	2	2