

PROGRAMMATION CRÉATIVE

Florent Grélard

florent.grelard@univ-lyon2.fr

Master 2 Informatique | Conception et Intégration Multimédia, 2018-2019

Sommaire

Objectifs et organisation du cours

Synthèse d'images

Analyse d'image

Analyse de vidéos

- Définitions
- Soustraction de fond
- Détection de contours
- Extraction de caractéristiques
- Algorithmes avancés

Analyse de vidéos : exemples (1/2)

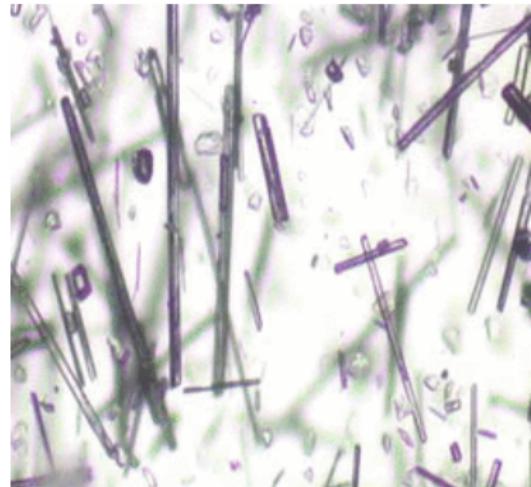
1. Reconnaissance d'activités

Comportement : analyse et prédition d'activités humaines



2. Estimation de mouvements

Biologie : mobilité des composants cellulaires

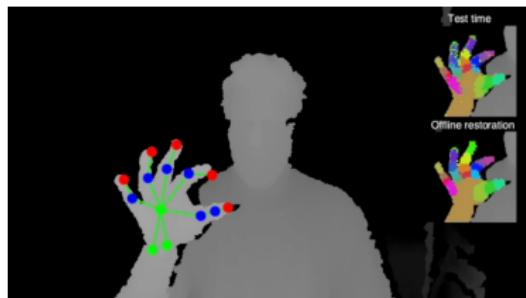


Analyse de vidéos : exemples (2/2)

3. Reconnaissance de gestes

Comportement :

Reconnaissance de gestes de la main



4. Interaction

Art : Danse et réalité mixte

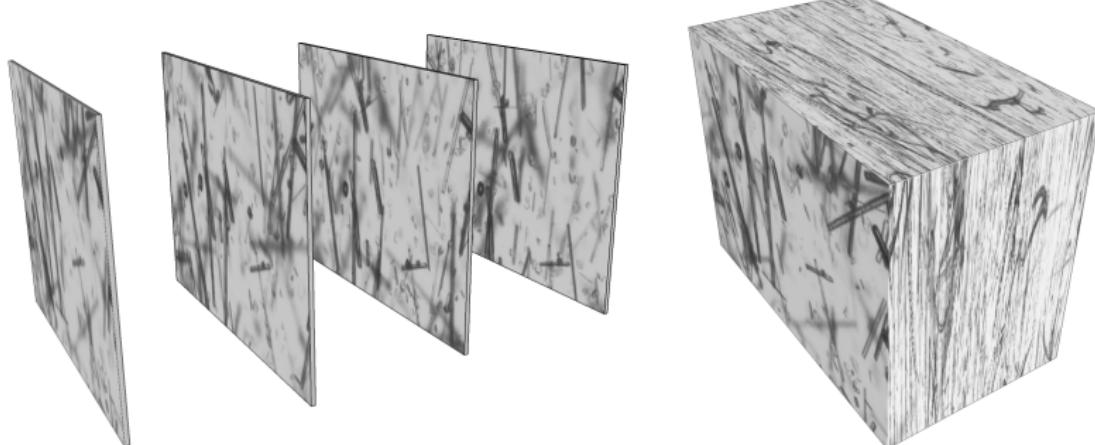


Vidéo

Vidéo : succession d'images dans le temps.

Fréquence : nombre d'images par seconde (fps, Hz).

Lien de **causalité** dans la dimension temporelle.



Analyse de vidéos (1/3)

L'analyse de vidéos est une branche de l'analyse d'image.

Contrainte : temps réel.

Information supplémentaire : prise en compte de la dimension temporelle :

1. Analyse du mouvement
2. **Déetecter/ Reconnaître** ce qui apparaît ou disparaît dans la vidéo

Analyse de vidéos (2/3)

Détection d'objets en vidéo basée sur :

- la couleur ou la texture (fond / objets)
- la forme (objets)
- le mouvement (fond / objets)

Généralement : **combinaison** de différents critères



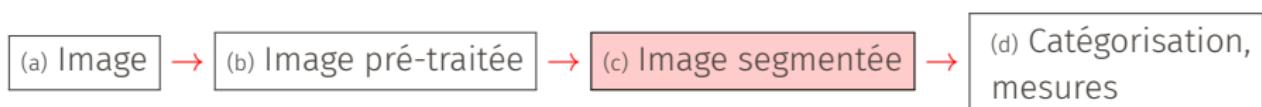
Analyse de vidéos (3/3)

Quelques algorithmes couramment utilisés en traitement de vidéo :

- Soustraction de fond (avant-plan/arrière-plan)
 1. Algorithme par différence pixel à pixel
 2. Algorithme par mélange de gaussiennes
- Détection d'objets :
 1. Seuillage
 2. Détection de contours
 3. Détection de visages
 4. Suivi de couleur
 5. Détection de blobs
- Caractérisation d'objets : mesures

SOUSTRACTION DE FOND

Rappels : chaîne de traitement



Pré-traitements (et post-traitements) : opérations sur histogramme, filtres, opérateurs de morphologie mathématique...

On s'intéresse ici aux méthodes de **segmentation** d'une image : extraction d'avant-plan/arrière-plan (soustraction de fond)

Soustraction de fond (1/2)

Objectif : différencier l'arrière-plan de l'avant-plan.

Idée : Apprendre le fond.

Exemple : remplacement de fond :



Soustraction de fond (2/2)

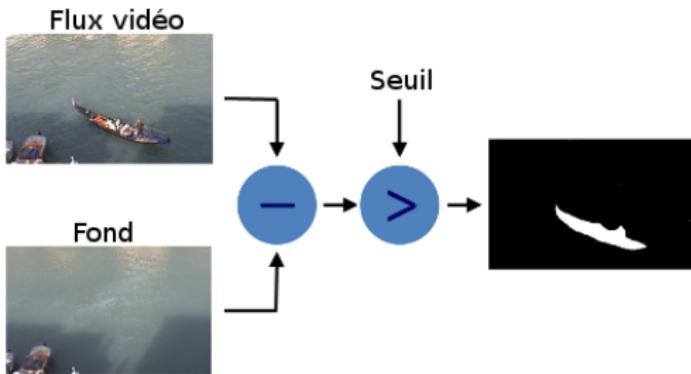
Deux algorithmes :

1. Différence pixel à pixel
2. Mélange de gaussiennes

Différence pixel à pixel (1/4)

Idée : Les objets bougent, le fond reste inchangé.

Algorithme par différence pixel à pixel : seuillage de la différence entre une image **avec objet** et une image **sans objet** (image de fond)



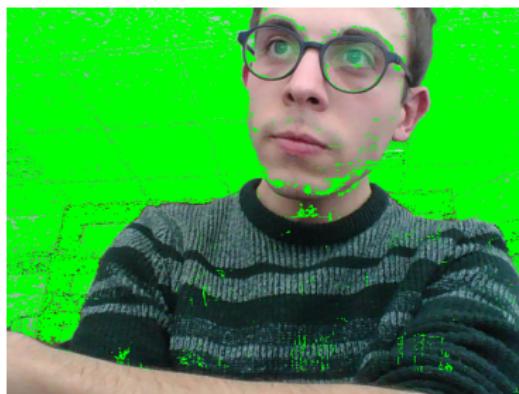
Différence pixel à pixel (2/4)

Algorithme :

1. `seuil` \leftarrow seuil de couleur
2. `fond` \leftarrow image de fond
3. Pour chaque pixel de l'image de la webcam :
 - 3.1 Récupérer sa couleur C
 - 3.2 Récupérer la couleur correspondante C_f de l'image `fond`
 - 3.3 Si la différence entre la couleur C et C_f est inférieure à `seuil`
 - Alors : il s'agit d'un pixel de fond
 - Sinon : il s'agit d'un pixel de l'objet

Différence pixel à pixel (3/4)

Nécessite de posséder ou d'enregistrer **une image sans objet**.



Différence pixel à pixel (4/4)

Limites :

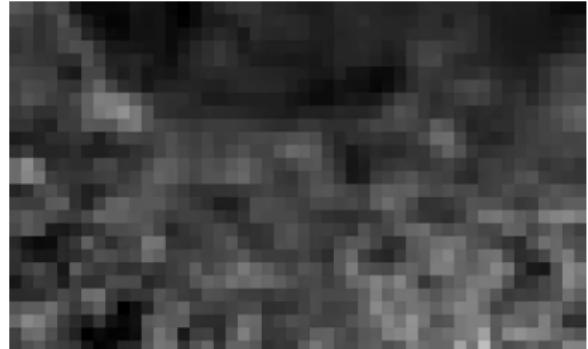
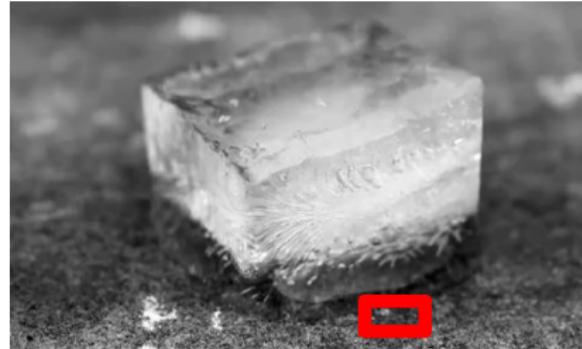
- Couleur objet/fond proche
- Variation de luminosité
- Mouvement du fond
- Variation intrinsèque de la caméra



Mélange de gaussiennes

Enjeu : déterminer et **mettre à jour** l'image de fond régulièrement pour pallier les problèmes de luminosité

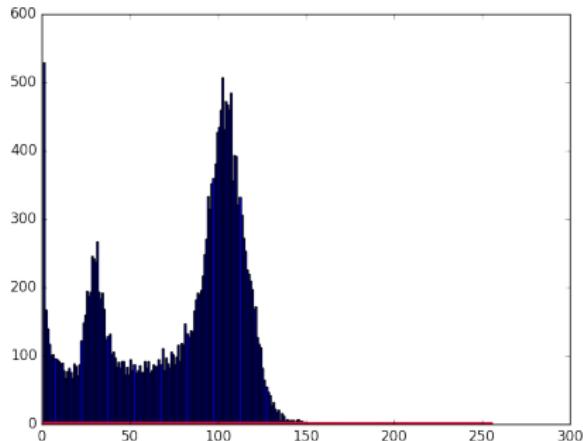
Idée : un pixel de fond a peu de variations d'intensité, alors qu'un pixel objet a des variations importantes.



Mélange de gaussiennes

Principe : pour chaque pixel :

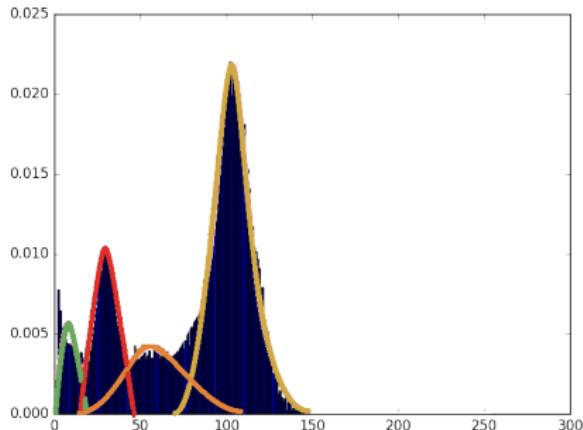
1. Calculer l'histogramme des intensités au cours du temps



Mélange de gaussiennes

Principe : pour chaque pixel :

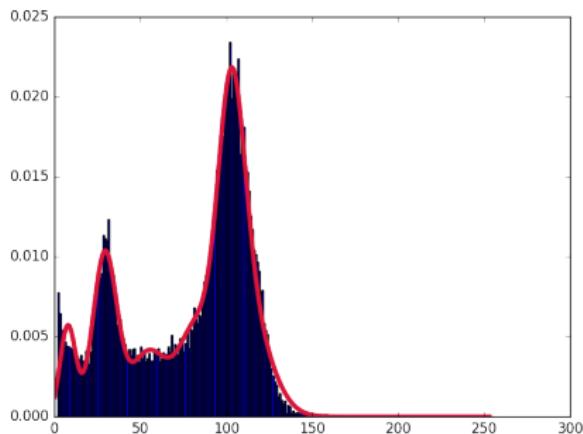
1. Calculer l'histogramme des intensités au cours du temps
2. Modéliser chaque histogramme par une **mélange de gaussiennes** (algorithme d'espérance-maximisation)



Mélange de gaussiennes

Principe : pour chaque pixel :

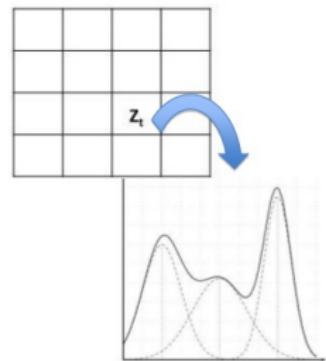
1. Calculer l'histogramme des intensités au cours du temps
2. Modéliser chaque histogramme par une **mélange de gaussiennes** (algorithme d'espérance-maximisation)



Mélange de gaussiennes

Classification :

1. Pixel de fond : mélange de gaussiennes avec un **écart-type faible** (peu de variations au cours du temps)
2. Pixel d'objet : mélange de gaussiennes avec au moins une gaussienne d'**écart-type important** (fortes variations au cours du temps)



Mélange de gaussiennes

Application : suivi d'objets



Mélange de gaussiennes

Avantages :

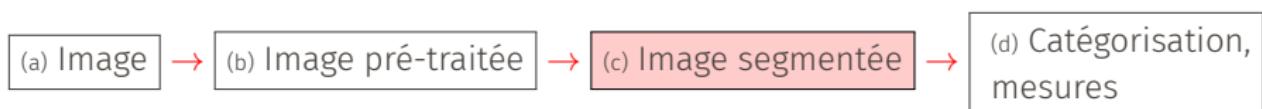
1. S'adapte aux changements progressifs de luminosité
2. L'image de fond est recalculée fréquemment ⇒ pas besoin d'enregistrer une image de fond

Limites :

1. Ne fonctionne pas avec les changements brusques de luminosité
2. Objet immobile dans l'image

DÉTECTION DE CONTOURS

Position dans la chaîne de traitement



On s'intéresse ici à une autre méthode de détection d'objets : détection de contours.

Détection de contours (1/5)

Gradient morphologique : donne des contours sur des images binaires.



Détection de contours (2/5)

Images en niveaux de gris : algorithme de Canny

Idée : un contour est la **frontière entre deux régions d'intensité différentes**.

Principe : utiliser un filtre qui permette de détecter les pixels où se produisent les variations d'intensité.



Détection de contours (3/5)

Filtres de Canny : Deux filtres sont appliqués séparément :

1. Horizontal
2. Vertical

Fournissent une image de contours horizontaux et une image de contours verticaux.

+1	+2	+1
0	0	0
-1	-2	-1

(a) Filtre horizontal

-1	0	+1
-2	0	+2
-1	0	+1

(b) Filtre vertical

Détection de contours (4/5)

L'image de contours finale est donnée par la **somme des deux images** de contours.

Calcul :

valeur absolue de l'intensité de l'image de contours horizontaux +
valeur absolue de l'intensité de l'image de contours verticaux

Détection de contours (5/5)

Résumé en vidéo :



Algorithme
de Canny

EXTRACTION DE CARACTÉRISTIQUES

Position dans la chaîne de traitement

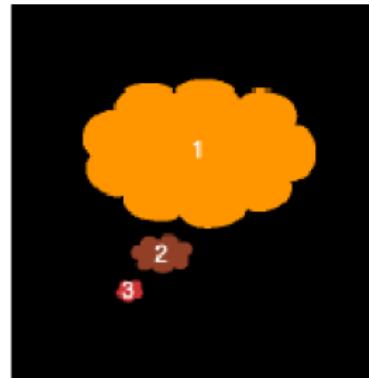


On s'intéresse ici aux méthodes d'**extraction de caractéristiques** dans une image segmentée.

Composantes connexes (1/2)

Une **composante connexe** est un groupe de pixels connectés entre eux.

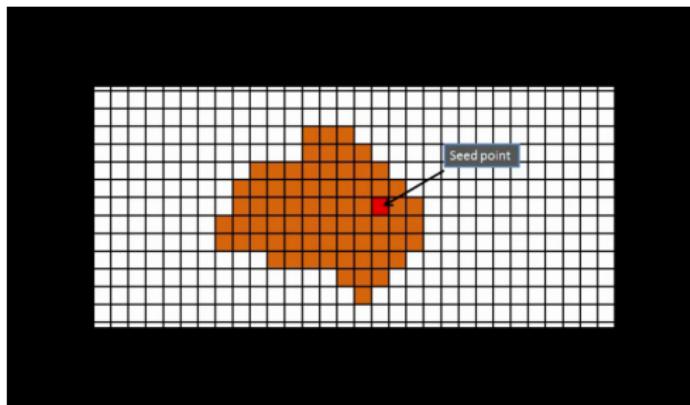
Intérêt : séparer les différents objets présents dans l'image.



Composantes connexes (2/2)

Principe de la détermination des composantes connexes :

1. Initialisation sur un pixel blanc aléatoire (seed)
2. **Propagation** à ses voisins (4-voisins ou 8-voisins)
3. Si ses voisins sont objet, ils sont ajoutés à une **liste**
4. Répétition des étapes 2 et 3 pour les pixels dans la liste



Boîte englobante et enveloppe convexe

La **boîte englobante** est le plus petit rectangle qui contient l'objet.

L'**enveloppe convexe** est le plus petit polygone convexe qui contient l'objet.



(a) Boîte englobante



(b) Enveloppe convexe

Mesures géométriques (1/2)

Permettent de **caractériser** un objet (ex : reconnaissance geste de la main).

- **Aire** : nombre de pixels blancs (bonne approximation)
- **Périmètre** : nombre de pixels blancs dans l'image de contour (mauvaise approximation)
- **Compacité** : mesure si une forme est allongée ou a beaucoup de plis (<1) ou est proche d'un cercle (1).

$$\text{Calcul} = \frac{4\pi \text{ Aire}}{\text{Périmètre}^2}$$



low compactness



compactness=0.764



compactness=0.668

Mesures géométriques (2/2)

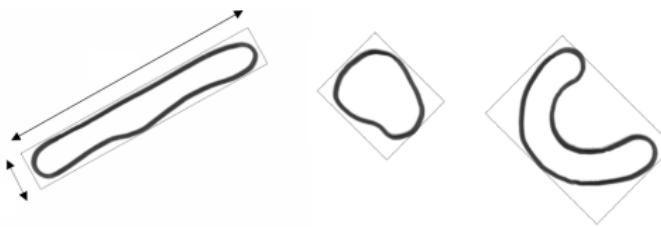
- **Barycentre** : centre de la boîte englobante ou de l'enveloppe convexe
- **Circularité** : mesure à quel point l'objet ressemble à un cercle.

Calcul :

$$\frac{4\pi \text{ Aire}}{\text{Périmètre de l'enveloppe convexe}^2}$$

- **Élongation** :

$$\frac{\text{longueur boîte englobante}}{\text{largeur boîte englobante}}$$

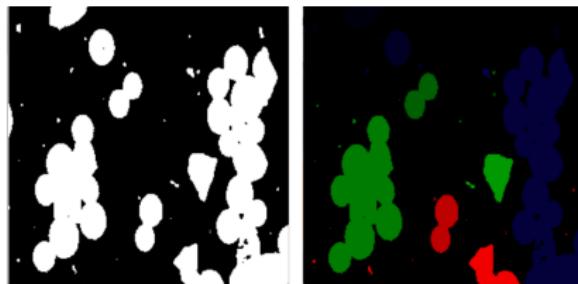


high elongation

low elongation

Exemple

Exemple : stades cellulaires (cellules de levure)



1. Extraction des composantes connexes
2. Calcul d'aire : on ne conserve que les composantes connexes suffisamment grandes (seuil)
3. Calcul de compacité : permet de distinguer la phase cellulaire (division ou repos)

ALGORITHMES AVANCÉS

Algorithmes avancés

Pour la détection d'objets spécifiques :

1. Suivi de couleur
2. Détection de visages
3. Détection de blobs

Suivi de couleur

1. On enregistre la couleur à suivre avec un clic de souris
2. On cherche dans l'image du flux vidéo la couleur la plus proche



Détection de visages (1/4)

- Algorithme implémenté dans OpenCV-Processing basé sur l'article de Viola et Jones “*Rapid Object Detection using a Boosted Cascade of Simple Features*” (2001).
- Algorithme d'**apprentissage** : est entraîné sur des images classifiées (un grand nombre d'images avec et sans visages), puis utilisé pour détecter des visages sur des images non classifiées.

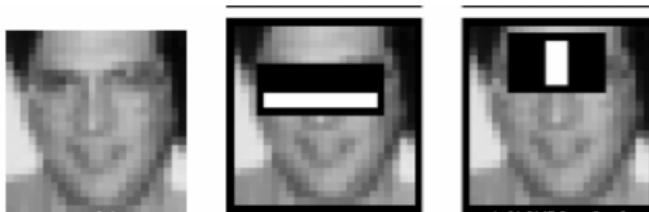
Détection de visages (2/4)

Idée : Dans une image, certaines zones du visage sont identifiables par leur couleur.

Exemples :

- Les yeux ont une couleur plus sombre que le front
- Le nez est plus clair que les joues
- La bouche est plus sombre que ses régions voisines

Principe : utilisation de filtres adaptés

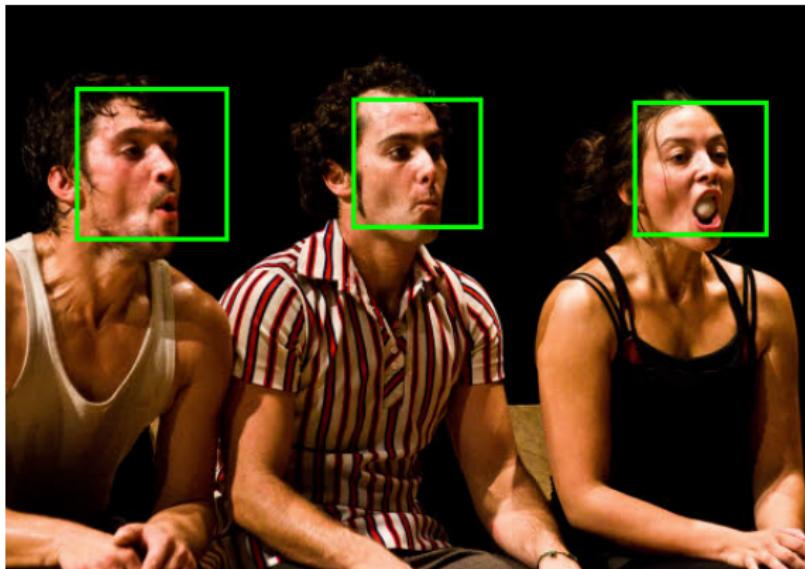


Détection de visages (3/4)

- Filtres appliqués à différentes tailles
- Images d'entraînement ⇒ déterminent le seuil adapté à chaque filtre pour la reconnaissance des visages.
- Images de test ⇒ élimination rapide des images sans visage par une batterie de filtres appliqués en série, appelée **cascade**.
- **Cascade** : correspond au résultat de l'entraînement de l'algorithme. Il s'agit d'un fichier contenant la zone du visage à identifier (visage, yeux, oreilles, nez, bouche...) ainsi que l'ordre d'application des filtres et leur valeur de seuil

Détection de visages (4/4)

Exemple :



Détection de blobs

Blobs : régions partageant des caractéristiques communes (couleur, forme) et différentes des régions voisines.



Module BlobDetection dans Processing.

Résumé

Détection :

- Soustraction de fond : détection objet (algo naïf) + suivi mouvement (algo par mélange de gaussiennes)
- Détection de blobs : détection d'objets
- Suivi de couleur : détection et suivi d'objets avec une couleur unie
- Détection de visages : visage, yeux, nez, oreilles...

Reconnaissance :

- Mesures géométriques
- Boîte englobante
- Enveloppe convexe