

Vision industrielle

Les outils d'analyse



Plan du cours

- Les outils de détection de contours
- Les outils de détection de régions
- Les outils de reconnaissance des formes
- Les outils d'identification et de vérification
- Autres outils de vision

Principe mathématique

- Exploitation de la dérivée numérique qui permet d'estimer la variation des niveaux de gris dans une direction donnée (gradient).
- Pour une fonction croissante
 - La variation s'effectue de sombre ($n \rightarrow 0$) vers claire ($n \rightarrow 255$)
 - La dérivée première est positive,
 - La dérivée première passe par un maximum local au point d'inflexion de la courbe correspondante,
 - Le signe de la dérivée seconde passe du plus au moins au point d'inflexion de la courbe correspondante.

Principe mathématique

- Pour une fonction décroissante
 - La variation s'effectue de claire ($n \rightarrow 255$) vers sombre ($n \rightarrow 0$)
 - La dérivée première est négative,
 - La dérivée première passe par un minimum local au point d'inflexion de la courbe correspondante,
 - Le signe de la dérivée seconde passe du moins au plus au point d'inflexion de la courbe correspondante.

Principe mathématique

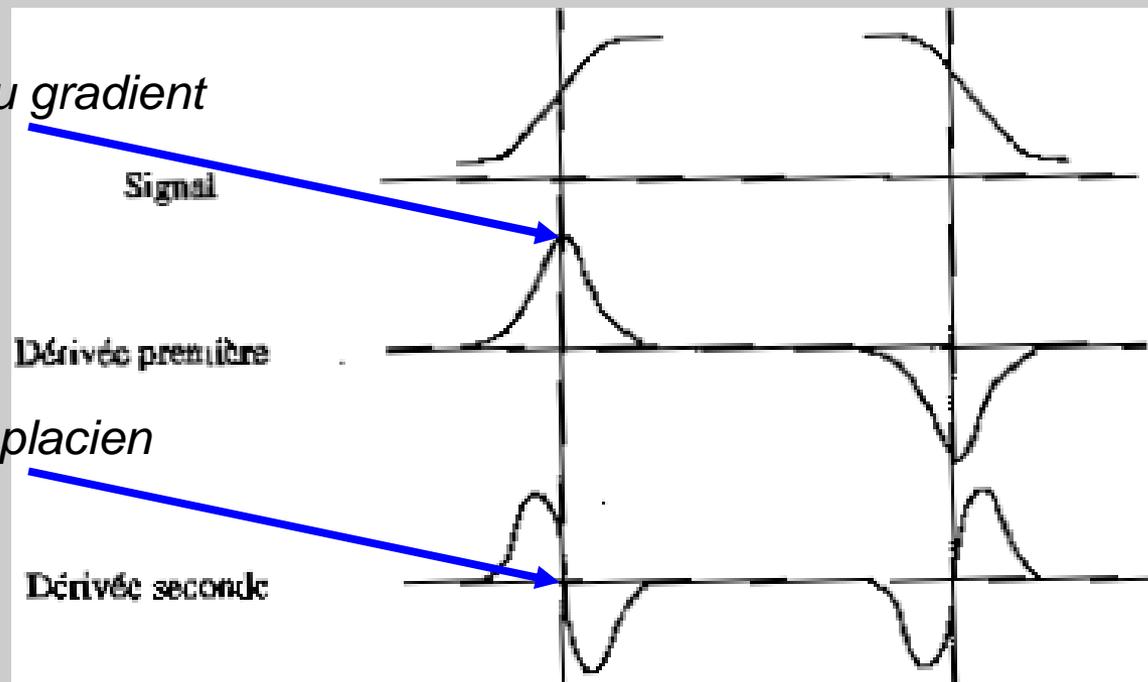
Extremum du gradient

Signal

Dérivée première

Zéro du laplacien

Dérivée seconde



Mise en œuvre

- Principe

- Les outils de recherche de points de contour (**bords**) analyse la **dérivée** d'un profil moyen défini dans une fenêtre d'analyse (ROI).
- Le **signe** de la dérivée est utilisée pour déterminer la **polarité** de la transition
- La position du **point d'inflexion** détermine la **localisation** de la transition
- Les **extremums locaux** sont utilisés pour déterminer l'**amplitude** de la transition

Mise en œuvre

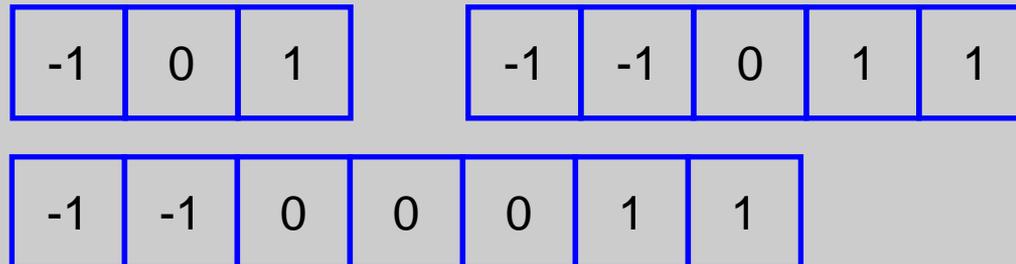
- Fenêtre d'analyse (ROI : Region Of Interest)
 - Forme : la forme des bords recherchés conditionne la forme de la fenêtre d'analyse
 - ◆ Ligne : point
 - ◆ Rectangle : segments, droites, rectangle
 - ◆ Anneau : cercle, arc de cercle
 - Orientation : sens dans lequel sont recherchés les bords

Mise en œuvre

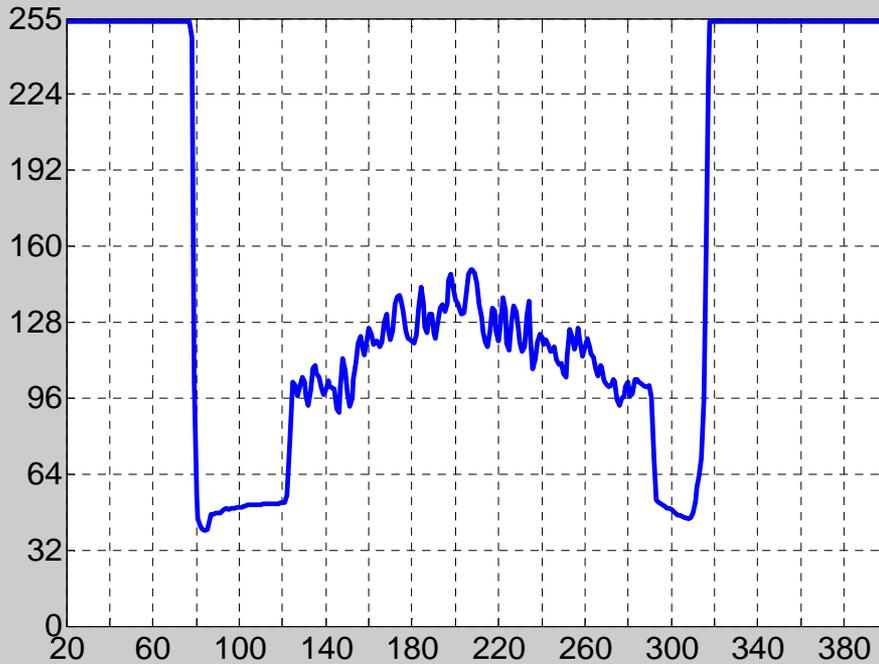


Mise en œuvre

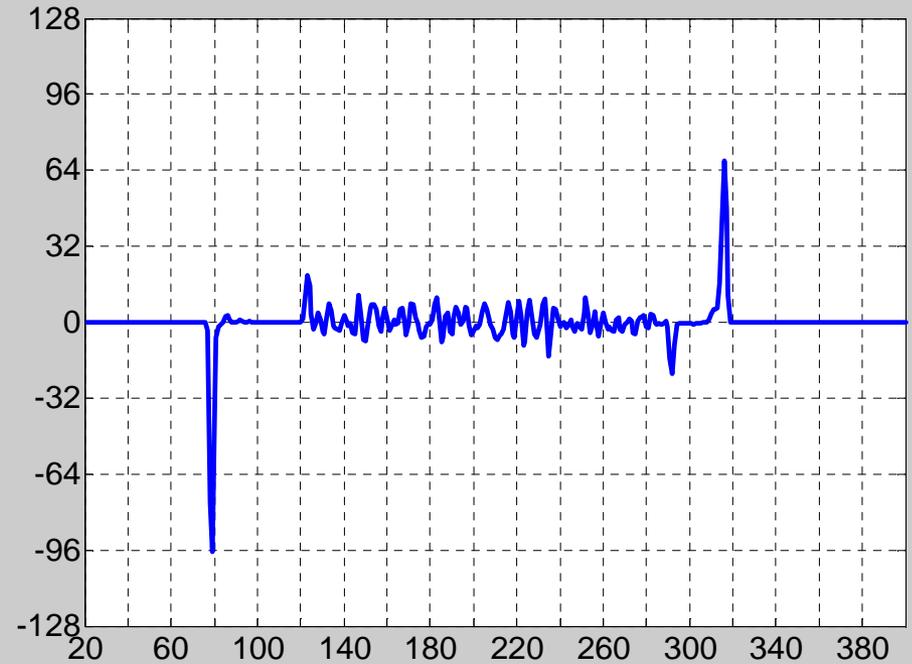
- Calcul de la dérivée première numérique
 - Un profil moyen est d'abord déterminé en calculant la moyenne des niveaux de gris des lignes situées dans la direction d'analyse.
 - Pour calculer la dérivée de ce profil, le produit de convolution discret entre le profil analysé et un filtre numérique est effectué.
 - Le filtre est défini par sa taille et ses coefficients :



Mise en œuvre



Profil moyen des lignes de la ROI

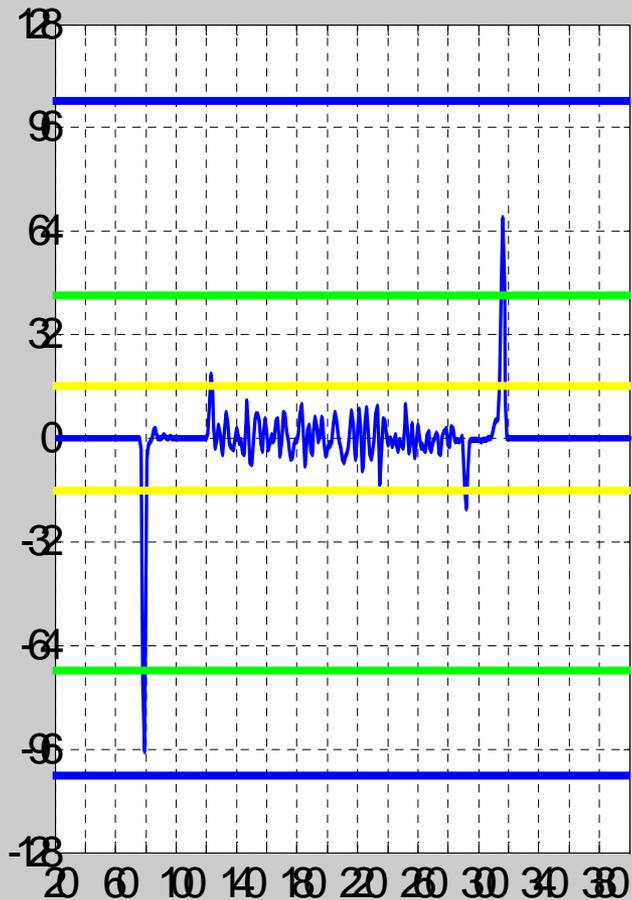


Dérivée du profil

Mise en œuvre

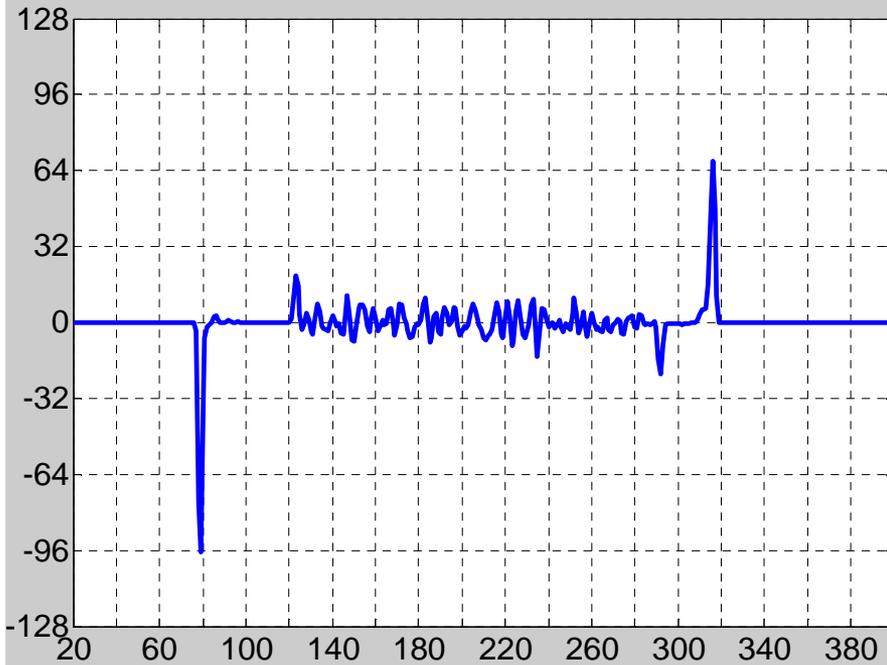
- Détection des bords (points de contour)
 - Les extremums locaux de la dérivée sont déterminés
 - Pour chaque extremum, sa **polarité**, sa **position** et son **amplitude** sont déterminés
 - Contours sélectionnées
 - ◆ Les extrema dont l'amplitude est supérieure à un seuil défini par l'utilisateur
 - ◆ Les extrema avec la polarité fixé par l'utilisateur
 - Tri des contours
 - ◆ Position des transitions par rapport à la direction d'analyse
 - ◆ Amplitude des transitions
 - ◆ ...

Mise en œuvre

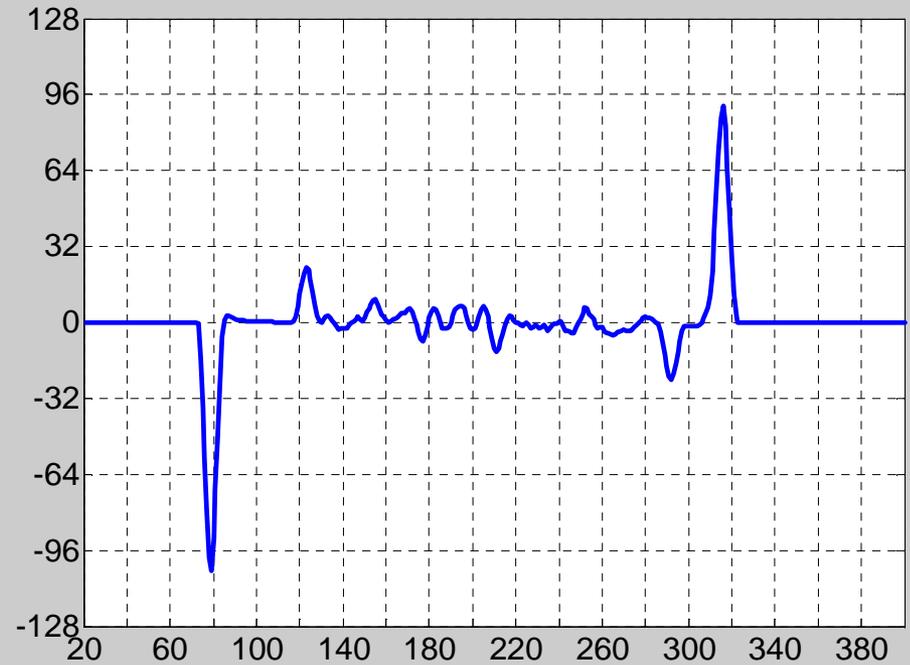


Mise en œuvre

- Taille du filtre



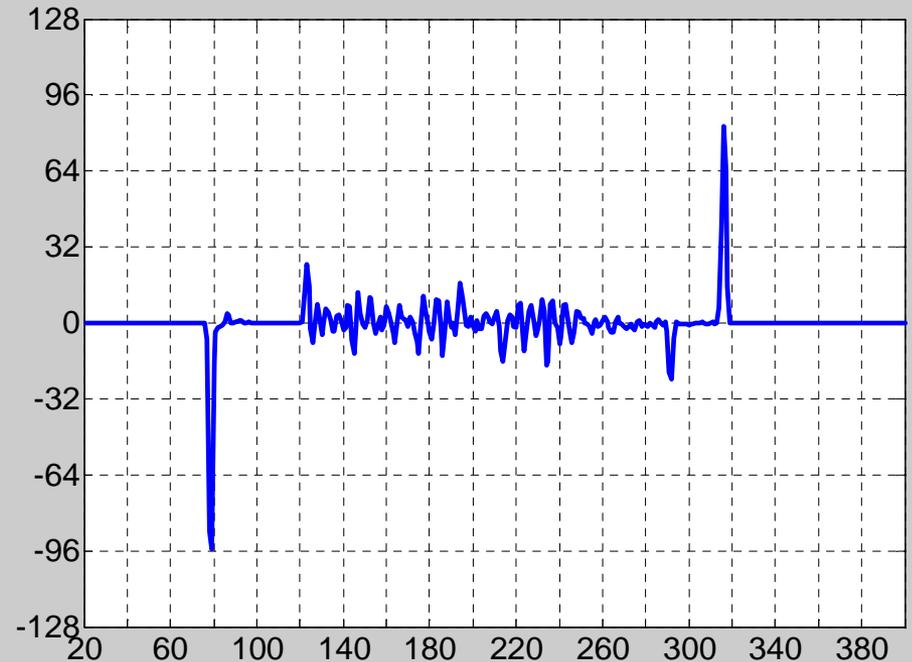
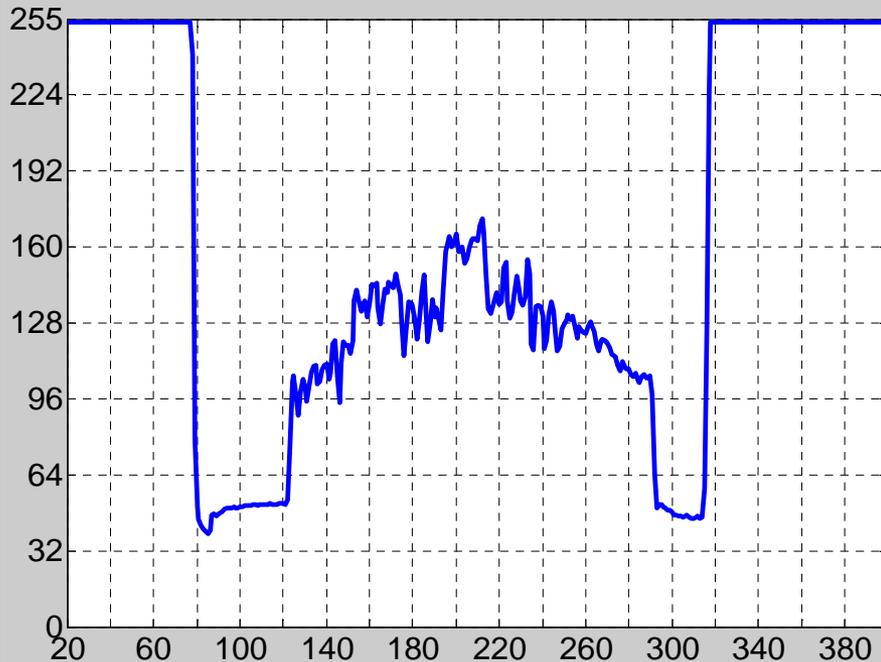
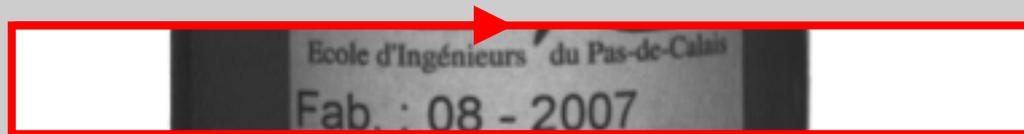
-1	0	1
----	---	---



-1	-1	-1	-1	-1	0	1	1	1	1	1
----	----	----	----	----	---	---	---	---	---	---

Mise en œuvre

- Taille de la ROI



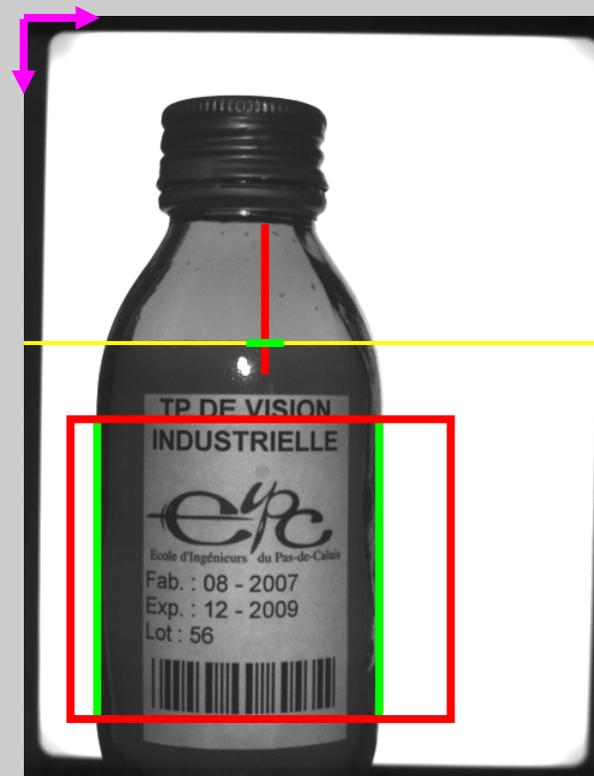
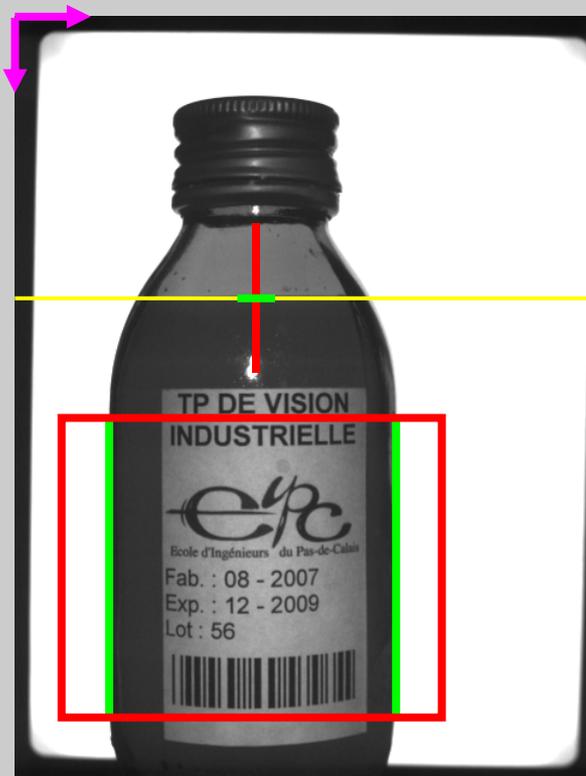
Application

- Application à la détection d'objet



Application

- Application au contrôle dimensionnel



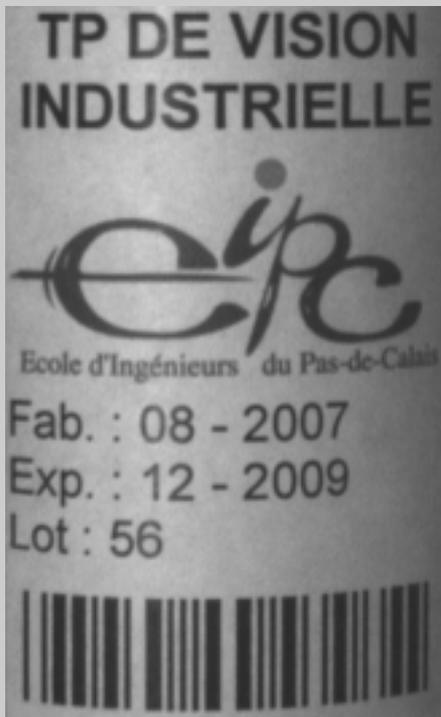
Analyse en composantes connexes

- Principe

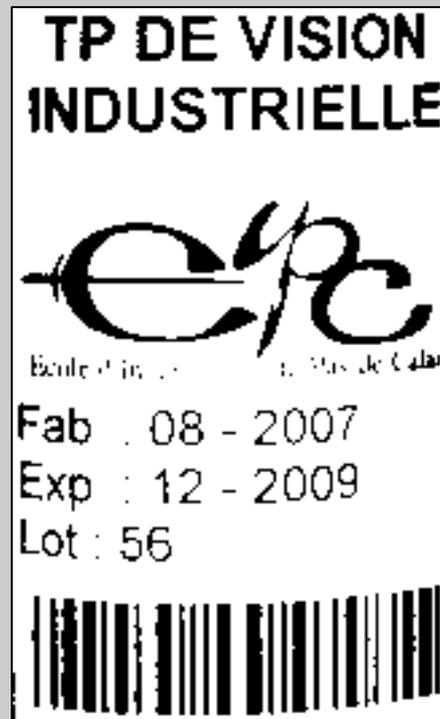
- Binarisation de l'image
- Recherche des groupes de pixels connectés appelés **blobs** (ou composantes connexes) en fonction d'un voisinage (4-connexité, 8-connexité, ...)
- Chaque blob est ainsi identifié (étiqueté)
- Différentes caractéristiques peuvent être mesurées sur chaque blob (surface, périmètre, angle, ...)
- Les blobs détectés peuvent être sélectionnés et triés en fonction de leurs caractéristiques mesurées

Analyse en composantes connexes

- Exemple



Image

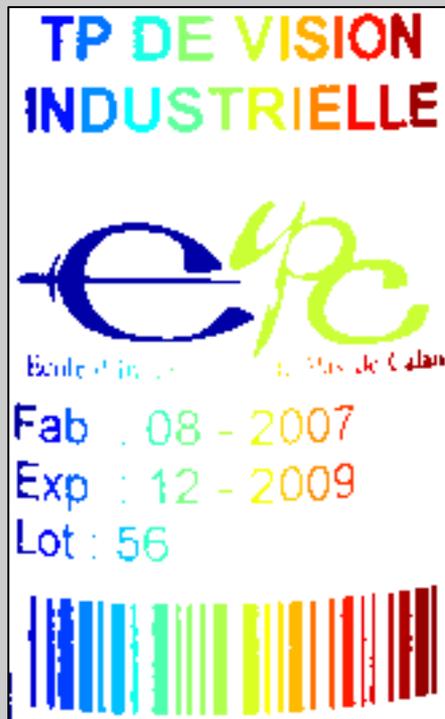


Binarisation



Inversion

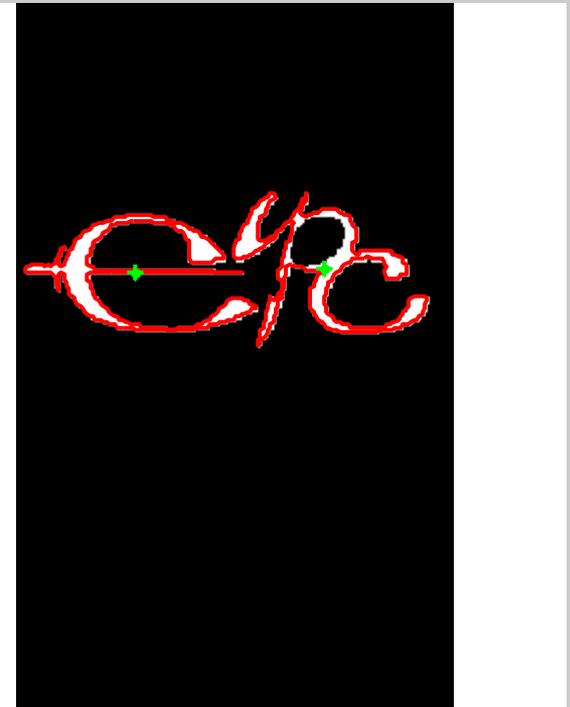
Analyse en composantes connexes



*Etiquetage
116 régions*



*Sélection
selon la surface*



*Caractéristiques :
Centre, périmètre*

Quelques mesures...

- Surface
 - Diamètre équivalent
- Centre de gravité
- Chaîne de contours
 - Périmètre, diamètre équivalent
- Boîte encadrante (Bounding Box)
 - Longueur, largeur et centre
- Moments d'inertie
 - Axes d'inertie (principal, secondaire), angle, excentricité

Principe

- Ils permettent de reconnaître un objet par comparaison à un modèle quels que soient sa position, son orientation, ses dimensions, son éclairage...

Méthodes

- La corrélation normalisée
 - L'image de l'objet à retrouver est comparée à l'image traitée en la superposant en chaque pixel. Si l'objet recherché est présent dans l'image alors la corrélation est maximum.
- La recherche géométrique
 - La comparaison ne s'effectue plus uniquement par les niveaux de gris mais par une description vectoriel des caractéristiques géométriques de la pièce.

Méthodes

- La classification
 - **Apprentissage** : un apprentissage **hors-ligne** permet d'apprendre et caractériser par un vecteur d'attributs différentes classes d'objet.
 - **Décision** : ce vecteur est ensuite évalué **en-ligne** pour toutes les images à traiter et l'objet est affecté à la classe la plus proche aux sens d'une distance.

Application



Image d'apprentissage



Modèle



Image requête

OCR et VCR

- Les outils d'identification
 - Les outils d'identification permettent la reconnaissance de caractères (OCR) et la lecture de chaînes de caractères ainsi que la lecture de codes à barres ou codes matriciels
- Les outils de vérification
 - Les outils de vérification permettent la vérification de caractères (VCR) de codes à barres et de codes matriciels

Exemple



Les outils de calibrage et de repérage

- Les outils de calibrage
 - Les outils de calibrage ont pour but donner une correspondance entre une mesure en pixels et une mesure en millimètre par exemple.
 - Ils utilisent une image de la pièce « bonne » ou des mires de calibrage qui permettent également de tenir compte des distorsions et des effets de perspectives.

Les outils de calibrage et de repérage

■ Exemple

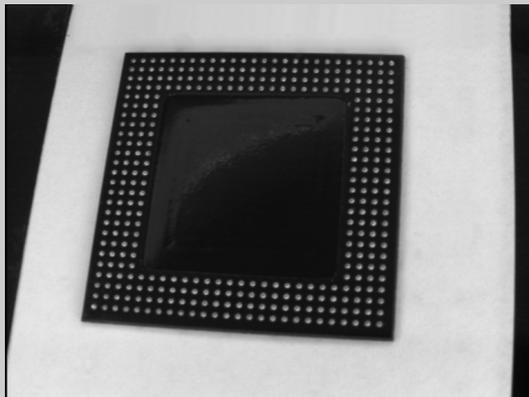


Image de l'objet

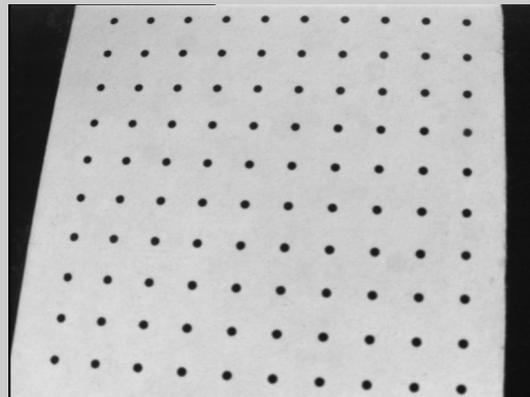


Image de la grille

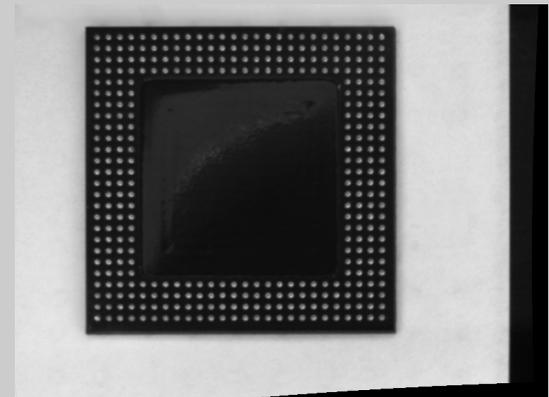
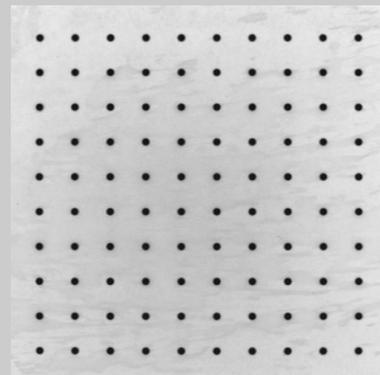


Image corrigée

Grille



Les outils de calibrage et de repérage

- Les outils de repérage
 - Les outils de repérage permettent de définir un repère pièce afin de recalibrer les images. Lorsque les objets changent de position ou d'orientation d'une acquisition à l'autre, il n'est plus possible d'utiliser des outils configurés dans un repère image.
 - Le repère pièce est déterminé à partir :
 - ◆ des bords de la pièce,
 - ◆ d'une image de la pièce ou d'une partie de la pièce.
 - ◆ d'une région détectée dans la pièce

Les outils statistiques

- Ils permettent de mesurer différentes statistiques (moyenne, variance, ...) dans une région.



Les outils de gestion des E / S

- Principe

- Ils permettent de configurer les entrées et les sorties du système de vision en les associant aux outils de traitement.
- Lorsque les outils sont en défaut, il est possible d'activer une sortie en écriture (maintenue ou impulsionnelle) ou en inversion.
- Il est également possible d'envoyer des données comme la position d'une pièce devant être prise par un robot.