

Travaux Pratiques de Traitement Numérique de l'Image

TELECOM Nancy 2^{ème} Année

Année 2023 - 2024

TP ImageJ:

- ***Contrôle Dimensionnel***
- ***Reconnaissance de Formes***



Vincent Bombardier
Baptiste Buchi

IMAGEJ

ImageJ est un logiciel de traitement d'images du domaine public inspiré de NIH Image pour Macintosh. Il fonctionne, sous forme d'applet Java en ligne ou d'application téléchargeable, sur tout ordinateur équipé d'une machine virtuelle Java 1.4 ou ultérieure. Des distributions téléchargeables sont disponibles pour Windows, Mac OS, Mac OS X et Linux.

ImageJ est téléchargeable sur le lien : <https://imagej.nih.gov/ij/download.html>

Pour la partie décision, reconnaissance de forme, vous pourrez avoir besoin du plugin Shape Filter téléchargeable sur :

https://github.com/thorstenwagner/ij-shape-filter/releases/download/v.1.4.2/ij_shape_filter-1.4.2.jar

Et la bibliothèque associée IJblob qui fait les calculs sur les objets connectés :

https://github.com/thorstenwagner/ij-blob/releases/download/v1.4.9-2/ij_blob-1.4.9.jar

En vision industrielle, son rôle est de permettre d'élaborer une séquence de traitement d'images, de tester cette séquence sur différents lots d'images de test, de valider la séquence et sa robustesse. Il se situe dans la phase d'étude de faisabilité d'une application de vision industrielle. Lorsque la séquence est validée, on développe ensuite sur une architecture spécifique de traitement d'images ou sur une architecture PC l'application de vision industrielle intégrée dans son environnement de travail (matérielle et temporelle).

Images

Les images sont accessibles dans un fichier Zip sous Arche : TNI - TP.

Sujet : Contrôle Dimensionnel / Reconnaissance de Formes

En vous aidant d'outils de bureautique (word, excel, ...), vous complétez la fiche de synthèse de TP que vous rendrez pour la date de l'examen final de TNI. Ce compte rendu doit être concis et respecter le modèle donné sous arche. Il a pour objectif de récapituler les principaux résultats de vos travaux ainsi que vos interprétations-conclusions.

L'objectif n'est pas seulement de réaliser les manip demandées, mais également de préciser les conditions d'utilisation, de justifier vos choix, de choisir les images mettant le mieux en évidence le phénomène visé.

Objectifs

L'objectif est d'appréhender la conception d'une chaîne complète de traitements d'images et notamment les étapes de Segmentation, Interprétation et Décision.

L'application se décompose en deux parties. La première vise à effectuer un contrôle dimensionnel sur des clés plates après une étape de calibration. La seconde concerne la reconnaissance d'objets spécifiques (Clés, Dés –en identifiant leur face-, Pièces Robotiques et Rondelles).

Dans les deux cas, vous devez élaborer une suite de traitements pour mettre en évidence les objets (seuillage, rehaussement, morphologie mathématique, ...) à contrôler ou reconnaître, puis vous mettez au point votre traitement de haut niveau permettant de réaliser l'objectif visé.

Vous traduisez vos stratégies globales sous la forme de macros pour pouvoir les tester en série sur l'ensemble des lots d'images tests. **Ces macros sont à déposer sur Arche avec votre CR.** Les macros doivent fonctionner sous ImageJ.

L'objectif est de créer un module de contrôle dimensionnel pour des clés présentées dans l'image **Key_Multi**. La plage de variation des conditions d'acquisition est montrée dans les images **Key_16_17_x**. Cette étude ne concerne dans un premier temps que les clés positionnées horizontalement.

1. Caractérisation de l'image

- 1.1. Calculer l'histogramme (*Analyze > Histogram*) de l'image **Key_16_17**. Relever son allure. Déterminer dans l'histogramme les différentes composantes de l'image. Relever le profil d'une ligne judicieusement choisie (*Analyze > Plot Profil*) et mettre en évidence en relation avec l'histogramme, les notions de luminance et de contraste.
- 1.2. Effectuer les manipulations identiques pour les images **Key_16_17_L** et **Key_16_17_D**. Quelles remarques peut-on faire sur les déplacements de l'histogramme sur l'axe des niveaux de gris ? Qu'est ce qui peut avoir changé dans les conditions d'acquisition pour donner ce résultat ?

2. Binarisation de l'image

Une première étape consiste à binariser l'image **Key_16_17** de façon à séparer la clé du fond.

On considère que la clé est située toujours au même endroit dans l'image (à la précision de positionnement près). Vous pouvez travailler dans une ROI spécifique.

- 2.1. Appliquez aux images **Key_16_17_?** un traitement de seuillage (*Menu Image > Adjust > Threshold*) afin de séparer au mieux la clé du fond.
- 2.2. Peut-on à partir de l'histogramme définir les paramètres de seuillage précédents ? Testez les fonctions de seuillage automatique (OTSU, ...). Relever les valeurs de seuillage calculées automatiquement appliquées aux images **Key_16_17_?**, les comparer à celles fixées manuellement. Que conclure ?

Vous sélectionnerez ensuite une méthode automatique, pour calculer le seuil sur ce type d'images, pour la suite du traitement, en fonction des objectifs fixés par le paragraphe 1.

3. Conception de la chaine de contrôle dimensionnel

La première opération consiste à effectuer la calibration (*menu Analyze > Set Scale*) de l'image en utilisant l'image **Etalon_45**. Cette image représente une pièce de diamètre égal à 45 mm précisément, positionnée à trois endroits. Quelle est la résolution obtenue ? Quelle est la précision de mesure obtenue ? Quel est l'avantage de choisir une pièce circulaire pour l'étalonnage ? Pourquoi positionner la pièce à plusieurs endroits différents ? Pourquoi choisir une pièce de faible épaisseur ?

La seconde opération est de trouver un moyen pour mesurer la « largeur de serrage » de la clé de l'image **Key_16_17**. Vous pouvez appliquer un ou plusieurs traitements (seuillage, détection de contours, morphologie, ...) pour mettre en évidence la zone de mesure. Vous pouvez par exemple utiliser un ou plusieurs profils de lignes pour cette mesure.

Trouvez une relation avec le numéro, de façon à pouvoir mesurer une clé non observée auparavant.

Vous pouvez utiliser tous les traitements d'amélioration de l'image à votre disposition (Filtrage : *Process > Find Edges*, Morphologie Mathématique : *Process > Binary*, ...). Une fois votre séquence de traitement trouvée, enregistrez-la pas à pas, en utilisant dans une macro (*Plugins > Macros > Record*). Attention, une macro ne peut plus être modifiée par enregistrement, mais on peut ajouter des commandes ou copier-coller des parties d'autres macros.

Donner les limites (précision, éclairage, ...) de votre méthode.

Une fois la clé correctement mesurée sur les images de départ, Testez votre macro sur les images dégradées **Key_16_17_L-D** et sur les images des autres clés.

Option : Modifier votre macro pour qu'elle fonctionne dans une ROI restreinte à la zone de mesure.

NB : On vous propose de travailler à partir d'une image binarisée, mais ce n'est pas obligatoire.

PARTIE 2 : Reconnaissance de Formes -> Manipulations à réaliser

1. Choix du seuil

La première étape du traitement consiste à binariser les images de façon à les séparer les objets du fond. Vous pouvez exploiter l'histogramme de l'image pour choisir le seuil en fonction des objectifs fixés précités. Pour ce faire, vous pouvez tester les méthodes de calcul de seuil automatique proposées par le logiciel (*Menu Image > Adjust > Threshold*). Ensuite, si nécessaire, vous pouvez appliquer un traitement d'amélioration de l'image (morphologie mathématique : *Process > Binary*) pour obtenir une image où les objets sont « correctement » séparés du fond.

2. Segmentation des objets

Utilisez la fonction *Menu Analyze > Analyze Particles* pour isoler les objets de l'image. Vous réglerez la fonction en incluant les évidements dans les objets. Pensez également à ajouter les objets détectés au ROI Manager.

La segmentation dépend fortement de la phase de reconnaissance, n'oublier de tenir compte des objets à reconnaître pour segmenter. Appliquer le traitement pour vérifier la bonne segmentation des objets recherchés.

3. Calcul de caractéristiques

Sélectionner les caractéristiques que vous voulez extraire (*Menu Analyze > Set Measurements*). Vous devez choisir des caractéristiques qui permettent de différencier les objets entre eux sans préjuger de leur niveau de gris ou de leur position dans l'image. Tester les caractéristiques générales surface, périmètre, rectangle encadrant, ellipse approchée. Vous pouvez tester le filtrage par formes (*Menu Plugins > Analyze > Shape Filter*) basé sur des caractéristiques plus élaborées comme notamment la Circularité, l'Indice de Compacité (Ratio surface-périmètre), le nombre d'évidements. Pensez à travailler avec un fond noir.

Le choix des caractéristiques ne peut être validé qu'avec les résultats de la reconnaissance. Il faut donc faire le choix empiriquement en utilisant l'outil de classification présenté dans la section 4. Vous pouvez commencer à déterminer les caractéristiques à partir des images Cles.tif, Des.tif, Pieces.tif et Rondel.tif.

4. Classification des objets - Validation

Une fois les objets correctement reconnus sur les images de départ, réaliser une macro qui reprend toutes les étapes depuis le chargement de l'image et appliquer là sur les images Objets1 à 7.

Quel problème rencontre-t-on sur l'image Objet7.tif ? Comment y remédier ?

A quel type de classification s'apparente la méthode mise en place ?

Créer une classe de rejet.

Calculer **la matrice de confusion** et donner les résultats de classification sur les images de référence.

Tester votre macro sur les images de la directory *Acquis*.

Conclure quant aux possibilités ou difficultés de généralisation.

Pour exécuter une macro sur une image cible, il faut ouvrir la macro par le menu *File > Open*, puis lorsque l'éditeur de la macro est ouvert, ouvrir l'image cible par le menu de cet éditeur avec *File > Open* puis faire *Macros > Run Macro* dans l'éditeur de la macro.

Pour créer des macros, nous pouvons enregistrer les actions que nous effectuons avec le menu *Plugins > Macros > Record*.

5. Extensions Possibles

Afficher les noms des objets reconnus sur l'image.

Intégrer votre macro précédente pour mesurer la largeur de serrage des clés reconnues.

...