

TP noté IDMC M1 MVSC

Hugo Leblond - hugo.leblond@inria.fr

Mars 2025

Sujet : Contrôle Dimensionnel

En vous aidant d'outils de bureautique (word, excel, ...), vous rédigerez un compte rendu de TP que vous rendrez pour la date de la fin du dernier cours de vision. Ce compte rendu doit être concis et adresser chaque question posées et expliciter les démarches entreprises. 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 manipulations 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.

Objectif

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 sur une vraie chaîne de production.

La deuxième se porte sur l'analyse d'un problème simple de biologie.

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 mettrez au point votre traitement de haut niveau permettant de réaliser l'objectif visé.

Vous traduirez vos stratégies globales sous la forme de fonctions python pour pouvoir les tester en série sur l'ensemble des lots d'images tests. Le code est à déposer sur Arche avec votre CR.

1 Partie 1 : Analyse d'image et mesure

L'objectif de cette partie est d'analyser et de trouver une solution à un cas de figure simple de traitement d'image dans un cas réaliste.

Le contexte se passe dans une usine de clé à molette. Le gérant veut pouvoir mesurer de manière automatique les contraintes sur ces dernières. Pour cela des images ont été acquises sur la chaîne de production mais celles-ci ne sont pas sans défauts.

1.1 Caractérisation des images

1. Calcul de l'histogramme :

- Calculez l'histogramme de l'image **Key_16_17**.
- Décrivez l'allure de l'histogramme obtenu.
- Identifiez les différentes composantes de l'image dans l'histogramme.
- Relevez le profil d'une ligne judicieusement choisie et mettez en évidence, en relation avec l'histogramme, la notion de contraste.

2. Comparaison des histogrammes :

- Effectuez les mêmes manipulations 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 ?

3. Traitement de seuillage :

- Appliquez un traitement de seuillage aux images **Key_16_17_*** pour séparer au mieux la clé du fond sur chaque image.
- Décrivez la méthode utilisée et justifiez vos choix.

4. Comparaison de seuillage :

- Peut-on à partir de l'histogramme définir les paramètres de seuillage précédents ?
- Testez les fonctions de seuillage automatique (OTSU, ...) et relever les valeurs de seuillage calculées automatiquement appliquées aux images **Key_16_17_***.
- Comparer à celles fixées manuellement. Que conclure ?

1.2 Pré-traitement avant contrôle dimensionnel

Dans cette première étape, l'objectif est d'extraire automatiquement une méthode de traitement d'image afin de préparer nos images à un contrôle de dimension automatique sur l'ensemble des images **Key_***. Pour cela un pré-traitement des images et une définition de région d'intérêt est judicieux.

1. Délimitation de la zone d'intérêt (ROI)

- Sachant que la clé est toujours positionnée approximativement au même endroit dans l'image, définissez une **région d'intérêt (ROI)** pertinente pour limiter l'analyse aux zones utiles et réduire le bruit.
- Justifier votre choix.

2. Choix d'une méthode de seuillage automatique

- Sélectionnez une méthode **automatique** de seuillage permettant de segmenter la clé du fond.
- Expliquez votre choix en fonction des variations possibles des conditions d'acquisition (éclairage, contraste, etc.) sur les images **Key_*** (Vous pouvez vous aider de la partie 1.1).
- Appliquez cette méthode à l'image **Key_16_17** et observez les résultats sur la ROI définie auparavant.

3. Analyse de la robustesse

- Testez votre méthode de seuillage sur plusieurs images de la série **Key_16_17_*** afin d'évaluer sa robustesse face aux variations des conditions d'acquisition.
- Identifiez les éventuels problèmes (perte d'information, mauvaise segmentation, sensibilité au bruit) et proposez des ajustements si nécessaire.

1.3 Application au problème de contrôle dimensionnel

L'étape précédente vous a permis de sélectionner une ROI et de binariser votre image afin de la préparer au contrôle dimensionnel. Dans cette partie nous allons donc aborder la partie de contrôle dimensionnel automatique pour résoudre le problème de l'usine et trouver les différentes tailles de clés à molette associées aux images **Key_*** :

1. Calibration

- La première opération consiste à effectuer la calibration 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.
- A l'aide de la méthode de votre choix, trouvez la résolution mm/pixel obtenue. Expliquez votre démarche.

- 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 ?

2. Choix d'une méthode de contrôle automatique

- 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 (détection de contours, ...) pour mettre en évidence la zone de mesure. Vous pouvez par exemple utiliser un ou plusieurs profils de lignes pour cette mesure.
- Expliquez la méthode utilisée et le résultat obtenu.
- Appliquez votre algorithme aux autres clés pour mesurer leur largeur de serrage.
- Donner les limites (précision, éclairage, ...) de votre méthode.

2 Partie 2 : Segmentation des cellules basophiles

2.1 Contexte et enjeux

Les **basophiles** sont un type de globules blancs appartenant à la famille des leucocytes. Ils jouent un rôle clé dans le système immunitaire, notamment dans les réactions allergiques et inflammatoires. Bien que peu nombreux dans le sang (moins de 1 % des leucocytes), ils sont essentiels pour la défense de l'organisme contre certaines infections et participent à la libération de substances comme l'histamine.

Dans le domaine de l'analyse d'images biomédicales, la **segmentation des basophiles** est une étape importante pour plusieurs raisons :

- **Aide au diagnostic médical** : Une variation anormale de leur nombre ou de leur morphologie peut indiquer des pathologies comme des allergies sévères ou certaines maladies du sang.
- **Automatisation de l'analyse sanguine** : Les laboratoires utilisent des systèmes de vision par ordinateur pour identifier et compter les cellules de manière plus rapide et fiable que l'analyse humaine.
- **Étude de la réponse immunitaire** : En séparant précisément ces cellules du reste de l'image (autres cellules sanguines, fond de lames de microscope), on peut mieux comprendre leurs interactions et leur fonctionnement.

L'objectif de cette partie du TP est d'explorer différentes techniques de segmentation d'images pour isoler les cellules basophiles à partir d'images acquises au microscope.

2.2 Travail demandé

Cette partie n'est pas guidée et vous demande donc une démarche de réflexion et de recherche. Les images fournies sont **bruitées**, ce qui complique leur analyse.

L'objectif est de :

- Proposer une méthode pour compter automatiquement les cellules basophiles dans l'image.
- Justifier votre approche et vos choix de manière détaillée.

Vous êtes libres d'explorer différentes techniques de traitement d'image pour atteindre cet objectif. Un rapport synthétique expliquant vos étapes, vos résultats et vos décisions sera attendu en fin de TP. Toute démarche de réflexion valide et expliqué clairement sera pris en compte, un code fonctionnel est un plus.

Grille de Notation par Question

Cette grille est uniquement à titre indicatif.

Partie 1 : Analyse d'image et mesure

Question	Critère	Poids	Note /10
4*1.1	Calcul de l'histogramme	0.5	
	Description de l'allure de l'histogramme	0.5	
	Identification des composantes de l'image	0.5	
	Analyse du profil de ligne et notion de contraste	1	
3*1.2	Comparaison des histogrammes	0.5	
	Analyse des déplacements sur l'axe des niveaux de gris	0.5	
	Explication des changements dans les conditions d'acquisition	1	
2*1.3	Méthode de seuillage	0.5	
	Justification des choix	0.5	
3*1.4	Définition des paramètres de seuillage	0.5	
	Comparaison des méthodes de seuillage automatique	1	
	Conclusion sur les méthodes de seuillage	1	
2*2.1	Définition de la ROI	0.5	
	Justification du choix de la ROI	0.5	
3*2.2	Choix de la méthode de seuillage automatique	0.5	
	Explication du choix	0.5	
	Application et observation des résultats	1	
2*2.3	Test de la méthode sur plusieurs images	0.5	
	Identification des problèmes et ajustements	0.5	
3*3.1	Précision de la calibration	0.5	
	Explication de la méthode de calibration	0.5	
	Avantages de l'étalonnage avec une pièce circulaire	0.5	
4*3.2	Méthode de mesure de la largeur de serrage	0.5	
	Résultats obtenus	0.5	
	Application aux autres clés	1	
	Limites de la méthode	1	

Partie 2 : Segmentation des cellules basophiles

Question	Critère	Poids	Note /6
3*4.2	Proposition de la méthode de segmentation	2	
	Justification de la méthode	2	
	Code fonctionnel	2	

Compte Rendu

Critère	Description	Poids	Note /4
Clarté et structure	Organisation logique et clarté de la rédaction	1	
Justification des choix	Pertinence des explications et des choix techniques	1.5	
Conclusion	Synthèse des résultats et des interprétations	1.5	