

Participants :

Gr : 2

Alexis CHAVY

Victor DAVILLE

Partie 1

Analyse des images :

	Commentaires - Méthode de calcul – Outils utilisés	Key_16_17_D	Key_16_17	Key_16_17_L
Contraste	A l'aide de l'histogramme on peut avoir une idée de la répartition globale des pixels. L'outil Analyse > histogramme donne également la moyenne des niveaux de gris présents sur l'image ainsi que l'écart-type. Un écart-type proche de la moitié de la dynamique peut être considéré comme reflétant un contraste global élevé (mesure macroscopique au niveau de l'image). Au niveau local (aux abords de l'objet) c'est le profil de ligne qui nous donne une idée du contraste. On l'estime avec le rapport de Michelson : $C = (N_{\max} - N_{\min}) / (N_{\max} + N_{\min})$ (élevé si proche de 1) On mesure N_{\max} et N_{\min} avec le profil d'une ligne passant par l'objet	11.125 globalement (faible contraste) / 0.92 localement (contraste fort)	30.745 localement (contraste faible) / 0.96 (contraste fort)	33.552 (contraste faible) / 0.64 (contraste moyen)
Dynamique	D'après l'histogramme, on calcule la dynamique comme la différence entre le niveau de gris maximal atteint et le niveau de gris minimal.	136	255	207

Analyse des histogrammes :

Key_16_17_D : Histogramme déplacé et concentré vers la gauche (niveaux de gris faibles) avec une quantification de l'image sur 136 niveaux de gris (0-135) contre 256 sur Key_16_17. On constate bien sur l'histogramme ce qui correspond à une image plus sombre par rapport à Key_16_17.

Key_16_17_L : inversement on a ici un décalage de toutes les valeurs de pixels comprises entre 0 et 47 dans Key_16_17 vers des valeurs plus proches des 50-60 avec une dynamique réduite à 207 dans Key_16_17_L (48-255). On constate donc un rehaussement global de la luminosité de l'image, en dépit d'un contraste moins élevé puisque seules les valeurs les plus faibles ont réellement été rehaussées, donc seuls les pixels de fond ont été éclaircis. La différence entre l'objet et le fond devient alors moins marquée.

Seuils manuels : (en utilisant l'outil Threshold de imagej)

	Key_16_17_D	Key_16_17	Key_16_17_L	Key_8_9	Key_12_13	Key_14_15	Key_20_22
Valeurs	32	70	134	72	79	50	86

Seuils automatiques : (avec les méthodes OTSU et IsoData)

Méthode(s)	Key_16_17_D	Key_16_17	Key_16_17_L	Key_8_9	Key_12_13	Key_14_15	Key_20_22
Otsu	38	102	158	108	106	127	130
IsoData	39	103	158	109	106	128	132

Calibration :

Résolution en x : 2px/mm Résolution en y : 2 px/mm Précision : de l'ordre du pixel ($\pm 0.5\text{mm}$)

Prétraitement(s) :

Calibration de l'image :

Avec la commande "run("Set Scale...", "distance=87.9583 known=45 unit=mm")" on définit la résolution de l'image.

Seuillage :

Grâce à la méthode automatique d'Otsu (la commande "setAutoThreshold("Otsu dark no-reset")") on segmente l'image en deux parties : le fond et l'objet. On peut alors traiter l'objet plus facilement.

Binarisation :

On binarise l'image (fond en noir, objet en blanc) grâce à la commande "run("Convert to Mask")", ce qui permet de les différencier encore mieux, notamment pour la détection de contours.

Détection de contours :

La méthode run("Find Edges") interne à ImageJ permet de détecter automatiquement les contours de l'objet et ainsi faciliter l'analyse qui s'ensuit, notamment via les profils de ligne.

Méthode de calcul (algorithme) :

L'algorithme utilisé repose sur les étapes suivantes :

- Calibration grâce aux mesures effectuées sur l'image Etalon_45
- Application des prétraitements
- Extraction du profil de ligne : une ligne verticale est tracée à travers l'objet, à une colonne fixe quelque soit l'image. Cette ligne se situe au niveau de la "pince" gauche de la clé
- Détection des bords :
 - Les valeurs de seuil (>128) sont utilisées pour détecter les deux pics (gauche et droite) correspondant aux bords opposés de la clé.
 - La distance entre ces pics est calculée en pixels.
- Conversion en millimètres : le facteur de calibration est utilisé pour convertir cette distance en pixels en millimètres.
- [En commentaire : un calcul par moyenne est effectué mais le résultat est souvent mauvais dû au fait que parfois une des ligne utilisées se retrouve tout à fait au creu de la pince ou tout au bout, ce qui introduit des valeurs aberrantes dans la moyenne]

Résultats :

	Key_16_17_D	Key_16_17	Key_16_17_L	Key_8_9	Key_12_13	Key_14_15	Key_20_22
Valeur mesurée	15,8598	15,8598	13,8134	7,6741	13,3018	14,325	20,4642

Conclusions – Commentaires :**Calcul de la résolution :**

L'intérêt de choisir une pièce circulaire pour servir d'étalon permet deux choses :

- **l'uniformité des dimensions :**

Une pièce circulaire garantit un diamètre constant quelle que soit l'orientation ou la rotation. Cela permet d'éviter les erreurs liées à une mauvaise orientation (comme avec des formes rectangulaires ou irrégulières).

- **minimiser les erreurs de perspective** si par exemple l'image est légèrement inclinée.

De plus, placer l'objet en plusieurs points de l'image permet de détecter d'éventuels problèmes de distorsion de l'image comme par exemple des déformations causées par une lentille ou un capteur mal calibré. Ainsi, la résolution est censée être la même partout sur l'image et détecter que ce n'est pas le cas permet de savoir que les mesures dans certaines zones de l'image peuvent être faussées.

Enfin, le choix d'une pièce de faible épaisseur permet de faciliter la détection des bords de la pièce pour la mesurer et également éviter de mesurer l'épaisseur de la pièce comme s'il s'agissait de sa surface. Enfin cela garantit que la pièce et le fond sont presque dans le même plan de mise au point et donc le calcul de résolution sur la pièce est presque le même que sur le fond directement.

Analyse Résultats :

Les résultats obtenus sur les images de tests montrent que l'algorithme est plutôt bon. Les distances mesurées sont proches de la réalité (erreur maximal d'environ 4%) sur les images avec un contraste normal (proche de celui de Key_16_17, et plus généralement celle ayant un contraste local > 0.9).

On constate que l'algorithme a plus de difficultés sur les images telles que Key_16_17_L dont le contraste local est bien inférieur (0.64).

Une autre contrainte que doivent respecter les images pour que l'algorithme fonctionne correctement est le respect du placement. La pince de la clé doit se situer dans la même zone que sur les images de tests, en étant le plus horizontale possible.

Avec les résultats relevés, on peut établir une correspondance entre les distances mesurées en mm et la largeur de serrage réelle de la clé :

Numéro \approx round(DistanceMesurée)

Partie 2

Binarisation (si utilisée) :
Méthode choisie : méthode Otsu

Images testées	Valeur de seuil calculée	Commentaire
Objet1.tif	148	Bon seuillage, bonne segmentation
Objet1_D.tif	122	Des trous apparaissent notamment dans une pièce
Objet1_L.tif	186	Certains objets sont extrêmement dégradés et méconnaissables
Objet4.tif	148	Bon seuillage, bonne segmentation

→ Pour des images à éclairage et contraste normal, 148 semble être un bon seuil

Pré-traitements éventuels (et paramètres de réglage) :

Seuillage / Binarisation : on applique la méthode Otsu pour séparer les régions d'intérêt (objets et fonds) pour faciliter la détection. La binarisation rend les objets blanc et le fond noir pour faciliter encore plus la détection.

Fermeture : certaines pièces comportent des ombres qui sont creusées et transformées en trous à cause du seuillage. La fermeture permet de les refermer pour la plupart. Certaines pièces ont cependant une trop grande ombre et la fermeture ne les referme pas. De plus, la segmentation peut parfois séparer certains objets en plusieurs (pour la plupart des objets inconnus ou des clés plates mixtes) et la fermeture permet de limiter ce phénomène afin de limiter le nombre d'objets finalement reconnus (labélisés ou catégorisés "inconnus") sur l'image.

Caractéristiques choisies :

Feature	Clé		Rondelle		Pièce		Dé	
	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max
circularité (circ)	65	infini	10	23	12	13	10	23
Similarité avec un carré (Aspect Ratio)	4	7.2	0.9	1.1	0.9	1.1	0.9	1.1
Nombre de trous (Num. of Holes)	/	/	1	1	/	/	1	6
Plus petite dimension Feret (Min. Feret)	/	/	0.15	0.25	/	/	0.1	0.16
Elongation (Elong.)	0.9	1	/	/	/	/	/	/
Solidité (Solidity)	/	/	0	0.95	/	/	0.95	1

Lot de données :
Images testées : Objet1 ; Objet2 ; Objet3 ; Objet 4 ; Objet5 ; Objet6 ; Objet7

Nombre d'objets : détectés / présents :

#Clés	14 / 13 (clé coupée en plus)	#Rondelles	11 / 11	#Pièces	16 / 16	#Dés	11 / 11
-------	------------------------------	------------	---------	---------	---------	------	---------

Lot de données avec images D et L :

Images testées : *Objet1 ; Objet2 ; Objet3 ; Objet4 ; Objet5 ; Objet6 ; Objet7 ; Objet1D & L ; Objet2D & L ;*

Nombre d'objets : détectés / présents :

#Clés	24 / 25 (clé coupée en plus + ciseaux coupé detect. en clé + 3 clés non detect.)	#Rondelles	19 / 21	#Pièces	24 / 26	#Dés	11 / 11
-------	----------------------------------------------------------------------------------	------------	---------	---------	---------	------	---------

Matrice de confusion :

cat. réelle \ cat. labellisée	Clé	Rondelle	Pièce	Dé	élément inconnu ou coupé
Clé	23				3
Rondelle		19	1		1
Pièce			24		2
Dé				11	
élément inconnu ou coupé	2				

Commentaires :

On constate que sur les images en luminosité normale, tous les objets sont détectés et la seule erreur constatée et la catégorisation comme clé d'une clé coupée.

Sur les images en luminosité trop faible ou trop élevée (L et D), plus d'erreurs surviennent et les objets ne sont pas toujours détectés.

On constate qu'en condition normale, aucun objet n'est classé dans une mauvaise catégorie. En conditions dégradées, certains objets comme par exemple une paire de ciseaux vont être classés dans la mauvaise catégorie.

Analyse :

On calcule une justesse de 89,53% sur cette matrice de confusion;

La précision de chaque classe est comprise entre 92 et 100%

Le rappel de chaque classe est compris entre 88 et 100%

Exemples d'images résultats (si noms de classes affichés): *Objet1_traite ; Objet2_traite ; Objet3_traite ; Objet4_traite ;*
Objet5_traite ; Objet6_traite ; Objet7_traite

Limites de votre méthode :

- Images trop sombres ou trop éclairées (faible contraste) conduisent à des dégradations lors des traitements
→ Les objets présents sur ces images peuvent alors être mal interprétés ou non reconnus.
- Les clés plates mixtes sont considérés et reconnues comme des clés plates
- Sur certaines images, les clés clés tronquées sur le bord de l'image peuvent parfois être reconnues
- Une rondelle sur une image fortement éclairée peut parfois être détectée comme une pièce à cause du traitement permettant de ne pas confondre les pièces avec les rondelles dans des cas plus fréquents.
- Généralisation et limites (tests sur images de *Acquis*)
 - Si des objets se touche, il y a des erreurs
 - Sur certaines acquisitions dégradées, certaines pièce sont très mal acquises et ne sont pas détectées

Conclusion :

La reconnaissance des objets atteint une justesse globale de 89,53 %, avec des précisions et rappels élevés (92 % à 100 % en conditions normales). Les pré-traitements comme le seuillage Otsu et la fermeture jouent un rôle crucial pour la détection et la segmentation des objets.

Toutefois, les performances chutent en présence de conditions de faible contraste ou d'ombres importantes, menant à des erreurs de classification (objets confondus ou non détectés). Une amélioration des conditions d'éclairage pourrait renforcer la robustesse du système.

Ce système utilise une méthode de classification en intension (on a fixé les valeurs des features pour distinguer les objets) et utilise un algorithme qui s'apparente à un arbre de décision en donnant à un objet le label de la classe obtenue après avoir comparé les caractéristiques de cet objets aux valeurs prédéfinies.

Généralisation : si les conditions d'éclairage sont bonnes et que les objets sont bien espacés, la détection reste bonne.