

Fiche pédagogique

## DETECTION D'OBJETS PAR RECONNAISSANCE DE COU-LEUR ET DE FORME (SYSTEME DE VISION INDUSTRIELLE)

#### Niveau :

1<sup>ième</sup> année de BTS systèmes photoniques.

#### Objectifs :

En possession des documents et des informations techniques complémentaires nécessaires, l'élève doit être capable de mettre en œuvre un système de contrôle dimensionnel par caméra intelligente et de déterminer le cadencement maximal des mesures.

- → C1.1 : Analyser un cahier des charges
- → C1.2 : Définir l'architecture fonctionnelle d'un système
- $\rightarrow$  C1.3 : Proposer des solutions techniques
- → C1.5 : Simuler et valider les solutions techniques
- $\rightarrow$  C2.1 : Assembler les composants
- $\rightarrow$  C2.3 : Régler le système
- $\rightarrow$  C3.1 : Mettre en œuvre un système optique
- $\rightarrow$  C3.2 : Valider un système
- $\rightarrow$  C5.3 : Synthétiser des données techniques.

#### Forme :

TP de 6 heures, par binôme ou trinôme.

#### Pré-requis :

- Lecture de dossiers ressources.
- Connaissance en mathématiques, optique, mécanique et informatique.

#### Méthode :

On donne :	On demande :	On évalue :
<ul> <li>Un sujet de T.P.,</li> <li>Un dossier technique.</li> <li>Les logiciels associés au TP</li> <li>Tout le matériel nécessaire à la mise en œuvre du système.</li> </ul>	<ul> <li>De faire l'analyse fonctionnelle du système.</li> <li>De mettre en œuvre le système.</li> <li>D'analyser les performances du système.</li> </ul>	<ul> <li>La compréhension du principe de la reconnaissance de forme et de couleur.</li> <li>La mise en œuvre du sys- tème.</li> <li>L'analyse des résultats obte- nus lors de la mise œuvre du système.</li> <li>L'attitude, l'autonomie.</li> <li>Le résultat obtenu</li> <li>Le respect des règles de sé- curité</li> <li>La présentation du compte rendu.</li> </ul>



## DETECTION D'OBJETS PAR RECONNAISSANCE DE COULEUR ET FORME

(SYSTEME DE VISION INDUSTRIELLE)

Elements a volre disposition	Liste du matériel
	Plateau pour dés
1.1. Materiel	Lumiére blanche
Voir <i>cadre 1</i> .	Alimentation continue
	Camera bluefox couleur
	cadre 1.
1.2 Documentation	Liste de la documentation
	Dossier technique
Voir <i>cadre 3</i> .	cadre 2.
	Liste des logiciels
	Labview
1.2 Logiciala	Visiolab
1.5. LOGICIEIS	cadre 3
oir <i>cadre</i> 2.	caule 5.

## 2. Présentation du contexte

Le contrôle en cours de process par systèmes de vision industrielles est de plus en plus utilisé dans tout type d'industrie (mécanique, médicale, agroalimentaire, …). Les progrès en termes de résolution, vitesse et intégration de la couleur sur les dernières générations de cameras ouvrent la voie à de nombreuses applications :

- Contrôle dimensionnel
- Contrôle géométrique
- Comptage à haute cadence



Figure 1 : Contrôle qualité dans l'agroalimentaire

Contrôle de couleurs



Figure 2 : Contrôle dimensionnel dans l'industrie mécanique

Problématique :

La société de fabrication de dés souhaite acquérir un système capable de trier les dés par couleurs et de compter le nombre de points sur la face du dessus. Est-ce que le système que nous avons au lycée peut-il convenir ?



## 3. Analyse du système :

# 3.1. Analyse fonctionnelle SYSML: <u>Cas d'utilisation :</u>



Compléter le diagramme de blocs: on pourra utiliser les termes : caméra bluefox, éclairage circulaire, plateau, ordinateur et logiciel...



#### 3.2. Choix d'un codage de la couleur approprié

#### 3.2.1. Le codage RVB

Le codage RVB (Rouge-Vert-Bleu) ou RGB en anglais (Red-Green-Blue) représente le mode utilisé par les écrans des ordinateurs.

On l'appelle aussi le mode de couleurs additif, son principe consiste à additionner une quantité du rouge, du vert et du bleu pour représenter une couleur.

Le modèle RVB est adapté pour la représentation informatique de la couleur ou l'affichage sur les périphériques de sortie.







Chaque pixel de l'écran est composé de trois sous pixels permettant d'afficher les composantes Rouge, Verte et Bleue de la couleur choisie.

Le modèle RVB est généralement représenté par un cube dont les axes, de longueur unitaire, portent les trois couleurs primaires.

Le noir est localisé à l'origine (point de coordonnées 0,0,0), le blanc à l'opposé, au point de coordonnées (255,255,255).

La diagonale qui relie le noir au blanc correspond aux niveaux de gris, ce que l'on appelle l'axe achromatique.



Figure 5

#### Problématique :

L'éclairement apparent d'un objet peut varier pour différentes raisons :

- ▲ l'opérateur modifie les réglages de temps d'intégration ou de gain de la caméra
  - ▲ l'opérateur change le réglage de l'ouverture de l'objectif
  - l'intensité de la source lumineuse fluctue (échauffement, vieillissement...)

Le système de vision, lorsqu'il met en jeu la couleur, doit pouvoir s'adapter facilement à ces changements.

S.T.S Systèmes Photoniques - Lycée Jean Mermoz - 68300 SAINT-LOUIS 5/12

#### TP1 A

Exécuter le logiciel Visiolab, sélectionner le Manipulation des couleurs dans Applications puis aller dans l'onglet « Étude espaces couleurs » et afficher la couleur de coordonnées RVB (100,10,100).

Essayer de modifier les coordonnées RVB de cette couleur afin d'obtenir la même couleur en « plus clair ».Préciser alors les nouvelles coordonnées RVB

Il est possible de réaliser cette opération plus simplement en utilisant un autre système de codage des couleurs : le codage TSL.

**3.2.2. Le codage TSL (Teinte, Saturation, Luminosité)** ou **HSL** en anglais **(Hue, Saturation, Luminance)** est basé sur la perception de la couleur par l'œil humain, il consiste à décomposer la couleur en trois variables :

**la teinte** ou la couleur : rouge, vert, blanc, gris, bleu... (Exemple : Un T-shirt peut être mauve ou orange)

**la saturation** : le degré de pureté. Une couleur est vive (éclatante) ou terne. (Exemple : Le T-shirt peut être neuf ou délavé)

**la luminosité** : l'intensité de lumière incorporée dans la couleur. La couleur est claire ou sombre. La fourchette est : blanc⇔noir.

(Exemple : Le T-shirt peut être au soleil ou à l'ombre)

Le mode TSL n'est pas un mode de synthèse colorimétrique utilisé par un périphérique de sortie, mais seulement un procédé qui vulgarise la sélection des couleurs. Le codage TSL, destiné aux opérateurs humains, est adapté à la caractéristique de leurs rétines : une personne entraînée peut d'ailleurs donner avec une approximation satisfaisante les valeurs TSL d'une couleur qu'on lui présente.

Reprendre l'exercice précédent dans **Visiolab** : Afficher la couleur de coordonnées RVB (100, 10,100), puis modifier les coordonnées HSL de cette couleur afin d'obtenir la même couleur en « plus clair ». Conclure sur l'intérêt de ce codage des couleurs.

### 3.3. Sélection des dés d'une même couleur

#### 3.3.1. Prise en main du programme

Aller dans l'onglet « Étude espaces couleurs ». Repérer la teinte H correspondant à un vert « pur » dans le codage RGB. Noter les valeurs H, S et L.

Aller dans l'onglet « Étude espace HSL » et visualiser le plan LS en sélectionnant : Plan LS H =cste. Régler la valeur de la teinte à celle notée précédemment (H).





Figure 6

Le programme affiche alors toutes les couleurs correspondant à la teinte verte sélectionnée.

Il est possible de restreindre l'étendue des saturations et des luminances avec les curseurs disposés près des axes.

Choisir les luminances comprises entre 100 et 150. Faire de même pour les saturations.

Sauvegarder le résultat sous forme d'image (nom.jpg) . Quitter cet onglet.

Choisir dans le menu Applications puis détection d'objets en couleur

Charger l'image et aller dans l'onglet « Définition des seuils de couleurs ».

Faire une ROI (Région Of Iterest) carrée de 150 par 150 pixels

(à dessiner sur l'image à l'aide de la souris) sur les teintes vertes et commenter les histogrammes obtenus. Comment faut-il placer les seuils sur les histogrammes pour sélectionner l'ensemble des couleurs de la ROI et exclure les autres ?

#### 3.3.2. Séparation des trois couleurs

L'ensemble des teintes peut être représentée par une «roue chromatique ». Chaque teinte (H) est alors repérée par un angle variant de 0 à 360°.

Dans ce TP, on code cet angle sur un octet en faisant correspondre 360° à 255 (voir Figure 13)

# Charger l'image « couleurs.jpg ».(Figure 14) . Cette image contient trois lots d'échantillons colorés :

Déterminer les paramètres des filtres permettant de sélectionner tous les échantillons d'une couleur : Commencer par les échantillons bleus, puis valider le « réglage cible 1 », changer de cible pour la couleur verte et valider pour cette couleur.

Noter les valeurs retenues.

Vérifier dans l'onglet Menu principal que les couleurs bleues sont bien détectées dans la cible 1 et les couleurs vertes dans la cible 2.

La sélection des teintes rouges présente une particularité



120°





60

Le rouge « pur » est, par convention, placé à 0°. Il correspond à 0 sur l'échelle allant de 0 à 255. Les autres teintes de rouge sont placées de part et d'autre de cette valeur.

Sachant cela, déterminer les paramètres des filtres permettant de sélectionner les échantillons rouges puis valider le « réglage cible 3 ».



Vérifier dans l'onglet Menu principal que les couleurs rouges sont bien détectées dans la cible 3.

#### 3.4. Dimensionnement du système optique

Les intégrateurs de solutions de vision devront, dans chaque cas, s'adapter à la chaîne de fabrication. C'est donc la topologie des lieux qui va imposer le dimensionnement du système de vision. Sur l'exemple ci-dessous, on constate que l'encombrement disponible pour le système de vision n'est pas le même à tous les endroits de la chaîne. Certains paramètres comme la distance de travail (encombrement total), la hauteur de la scène à filmer (largeur d'un tapis par exemple) vont imposer le choix du capteur et de son objectif. D'autre part, le contrôle d'une pièce peut se faire en statique ou en dynamique, cela aura une conséquence importante sur le choix de la résolution du capteur.

On peut dimensionner un système optique en utilisant la formule suivante :

$$f' = \frac{D \cdot h}{H + h}$$

l'objet

Plan de

l'image

Objectif

D : Distance de travail (distance entre la caméra et la scène à filmer).
H : Largeur de la scène.
h : Largeur du capteur.

f' : Distance focale de l'objectif.

On souhaite filmer une scène

distance de travail disponible est de 75cm. La scène est statique.

Les caractéristiques de la caméra sont fournies en annexe dans le document technique

- Quelle est la résolution de la caméra mvBlueFox102C ?
- Quelle est la taille d'un pixel ?
- En déduire les dimensions du capteur ? De quel type de taille standard s'agit-il ?
- Déterminer la focale de l'objectif permettant de filmer cette scène ?
- Les objectifs mis à disposition sont les *9mm*, *12,5mm*, 16mm et 25mm. Lequel faut-il choisir pour cette application ?

D



La scène est désormais en mouvement et nécessite une cadence de 80 images/s. On souhaite travailler avec le même objectif et garder la même hauteur de scène.

- Parmi les modèles de caméra mvBlueFox détaillés en annexe, lequel est le mieux adapté ? Justifier.
- Comment évolue la qualité de l'image ? Justifier.

## 4. Mise en œuvre du système :

#### 4.1. Présentation du système

Le système de vision va permettre de trier des dés. Les dés seront triés en fonction de leur couleur.



#### 4.2. Réglage de la caméra

Pour ce réglage ne mettre aucun dé sous la caméra. Sur la caméra, ouvrir le diaphragme à moitié. Dans VisioLab -> Applications -> Détection d'objets en couleur



A gauche de l'image, vous voyez l'histograhe de chaque couleur Rouge, vert et bleu. Régler le gain de tel sort qu'aucune couleur ne sature.







S.T.S Systèmes Photoniques - Lycée Jean Mermoz - 68300 SAINT-LOUIS 8/12



Ajuster le temps d'exposition afin de mettre au maximum la couleur à droite sans saturer.

Ajuster le gain R, gain G et Gain B afin que les trois courbes soient le mieux superposé. (Dans notre exemple, ne rien faire sur le bleu)







Gain vert réglé

Gain rouge réglé

Attention, il faut aussi que les amplitudes des trois courbes soient de même hauteur pour cela, vous pouvez aussi ajuster l'éclairage et recommencer toute la procédure.

Faire une capture de la face avant





#### 4.3. Détection de couleur : mise en œuvre du programme

#### 4.3.1. Mise en œuvre de la détection de couleur :

On demande ici d'ajuster les différents paramètres de réglage qui interviennent dans la détection des dés. Mettre un dé de chaque couleur (R,V,B) dans le champ de la caméra.

Ajuster la mise au point de la caméra à l'aide de la bague, attention le temps de réponse est long.



Stopper l'acquisition.

Aller dans l'onglet Définition de seuils de couleurs

Placer une ROI rectangulaire sur le dé dont on veut définir la couleur. Il suffit de cliquer sur l'image et de dessiner un rectangle sur la couleur souhaitée : Ci-contre exemple pour le vert.

Les histogrammes TSL correspondant à cette couleur sont calculés automatiquement.

Définir un encadrement autour de chaque pic détecté de telle sorte que la couleur et la forme ressortent fidèlement. Valider la détection.

Refaire le même travail pour les autres couleurs en modifiant Sélection de la couleur à détecter en seuil cible2 puis seuil cible 3. Attention chaque couleur a un numéro de cible qui lui est attribué.







#### FAIRE VALIDER PAR UN PROFESSEUR

#### 4.3.2. Mise en œuvre de la détection des contours du dés

Dans l'onglet Menu principal, mettre plusieurs dés, activer Acquisition en continue et le traitement en sélectionnant activé dans Statut du traitement.

Arrêter l'acquisition continue.

Dans l'onglet Définition des formes ciblées, définir une ROI rectangulaire autour d'un dé. Cette image sera la forme cible à détecter sur l'ensemble de la scène. Elle est sauvegardée automatiquement sous C:\Visio-Lab\Cibles Dés\cibleforme.png

Si tous les dés ne sont pas détectés, ajuster la valeur du score minimum. Plus cette valeur est élevée, plus l'image détectée



doit être fidèle à la forme cible (même taille, même orientation...). En diminuant la valeur du score minimum, on accepte plus de tolérance.

Une fois tous les dés détectés, revenir au menu principal.





Vérifier par cible que la couleur et la forme sont correctement détectés. Ajuster les valeurs de seuil si nécessaire.

#### 4.3.3. Détection des numéros du dés

Dans le menu principal, ajuster le paramétrage de détection des points (cercles) pour chaque cible.

#### FAIRE VALIDER PAR UN PROFESSEUR

Tester la robustesse du comptage : effectuer plusieurs lancers, ajuster les paramètres si nécessaire. Chercher des situations dans lesquelles le comptage est mis en défaut : énoncer les facteurs expliquant la mise en défaut.

## 5. Analyse des performances du système :

#### 5.1. Performances du système de tri

#### ATTENTION : GARDER LES MEMES REGLAGES DE CIBLES PREALABLEMENT VALIDER POUR LES 3 COU-LEURS PRECEDENTES.

On souhaite analyser les performances du système de tri d'objets par détection de couleur et proposer des solutions de remédiation si nécessaire.

Les performances à tester sont les suivantes :

- Tri de dés accolés.
- Tri de dés de couleurs très proches.

#### 5.1.1. Dés accolés de couleurs différentes

Accoler au centre de la scène un dé rouge et un dé bleu de même dimension. Imprimer la face-avant de l'application Détection d'objets par couleur de VisioLab faisant apparaître le résultat du traitement.

#### 5.1.2. Dés accolés de même couleur

Accoler au centre de la scène deux dés bleus de même dimension. Imprimer l'écran validant le réglage.

#### 5.1.3. Dés de couleurs très voisines

Placer au centre de la scène, sans les accoler, les deux dés rouges de même dimension mais de couleurs légèrement différentes.

Imprimer l'écran validant le réglage.

#### 5.1.4. Conclusion

Remplir le tableau suivant : Les sanctions applicables sont : RÉUSSITE ou ÉCHEC.

Tri testé	Sanctions applicables	Solutions à apporter
Dés accolés de couleurs différentes		
Dés accolés de même couleur		
Dés de couleurs très voisines		

#### 5.2. Qualité des mesures : Influence d'une baisse de l'éclairage

Une baisse d'éclairage va se traduire directement par une baisse de luminance.

Placer une feuille opaque devant l'éclairage : le fonctionnement est-il immédiatement mis en défaut ? Quel est le réglage logiciel qui détermine la robustesse de la détection vis-à-vis de cette baisse d'éclairage ?

Autre démarche possible (pas à faire) : on pourrait simuler une baisse d'éclairage quantifiée, en agissant sur le temps d'intégration de la caméra (une division par 2 du temps d'intégration correspond à une division par 2 de l'éclairage)

#### 5.3. Problématique :

Conclure au sujet de la problématique en argumentant.