

Tri couleur par vision industrielle

Le but du TP est d'effectuer le contrôle et le tri d'objets de couleur et de taille différentes. Ces objets sont des balles rebondissantes qu'il faut contrôler et trier après fabrication. Le développement de cette application de vision est effectué sur un système In-Sight couleur de Cognex.

1 L'application

L'application consiste à trier les balles rebondissantes selon les six couleurs suivantes :

- orange,
- rouge,
- rose,
- vert,
- bleu,
- jaune.

Ces balles peuvent avoir trois dimensions différentes :

- petite (diamètre de 27 mm),
- moyenne (diamètre de 38 mm),
- grande (diamètre de 60 mm).

La figure 1 montre une balle de taille moyenne et de couleur jaune. On peut voir sur cette figure le capteur de présence permettant de détecter la présence des balles sous la caméra.

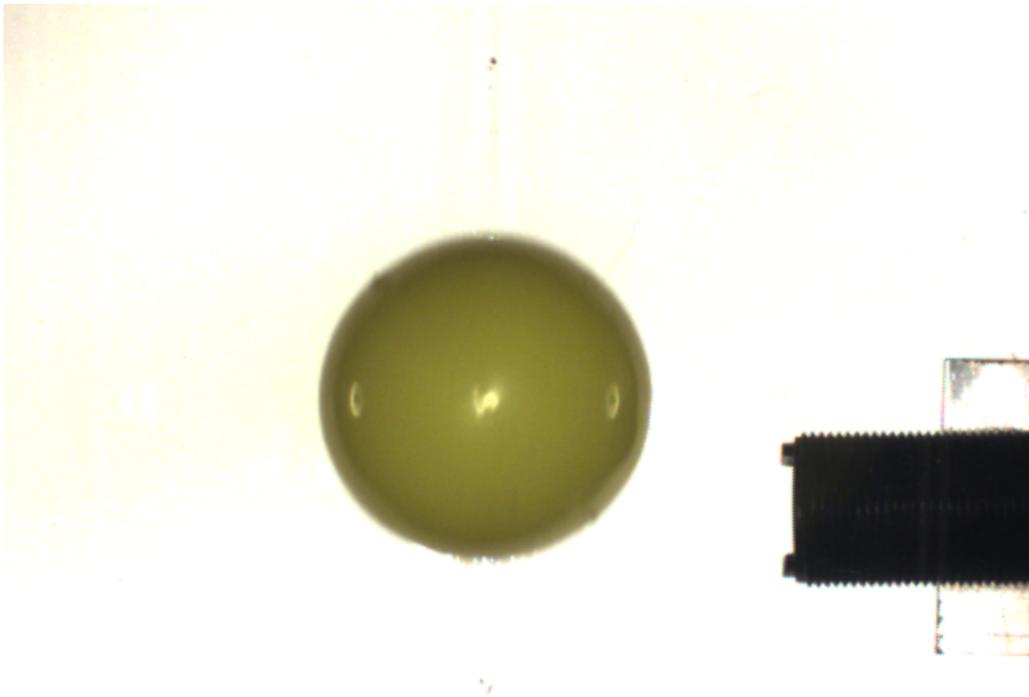


Figure 1 – Balle à contrôler et à trier

Un système d'alimentation permet de distribuer les balles et de les acheminer sous le capteur de vision. Après être passées sous la caméra, les balles doivent emprunter un chemin différent selon leur couleur ou leur qualité. En effet, si la couleur de la balle n'est pas l'une des six mentionnées précédemment ou si la mesure dimensionnelle n'entre pas dans les tolérances fixées, alors la balle doit être acheminée vers une zone de rebut. Le chemin à suivre est déterminé par un système d'aiguillages commandé par le système de vision. Le tri par la taille se fait de façon mécanique. En effet, en fonction de leur taille les balles tombent dans des compartiments adaptés à leur dimension mais il faut s'assurer que leur dimension est bonne.

Des voyants (vert, blanc et rouge) sont disponibles pour avertir l'opérateur si nécessaire. L'ensemble du système de vision est placé dans une caisse à l'abri de l'éclairage ambiant et est relié à un PC via une liaison Ethernet.

La caméra In-Sight est une caméra progressive à obturateur électronique. Un éclairage continu peut donc être choisi à condition que la vitesse de déplacement des balles reste inférieure à la vitesse d'obturation de la caméra. Ce système d'éclairage est constitué d'un éclairage halogène de forme rectangulaire et disposé en rétro-éclairage pour discerner la forme exacte des balles associé à un éclairage halogène de forme annulaire placé en frontal afin de mettre en évidence la couleur des balles. Le rétro-éclairage permet donc également d'éviter les ombres portées. D'autre part, des filtres polarisant sont utilisés pour atténuer la réflexion spéculaire apparaissant dans l'image à la surface des objets.

2 Présentation du matériel

Le système In-Sight est un capteur de vision appelé également caméra intelligente ou smart caméra. Sa différence avec d'autres caméras analogiques ou numériques est qu'il intègre un processeur lui permettant de réaliser un grand nombre de traitements. Le capteur de vision In-Sight se programme en le connectant à un PC par une liaison Ethernet et en utilisant le logiciel In-Sight Explorer. Une fois le programme effectué, le capteur In-Sight est totalement autonome et peut être déconnecté du PC.

Il existe plusieurs types de capteurs In-Sight ayant des caractéristiques différentes (résolution, cadence, tête déportée, sortie VGA, type d'application, ...). Le capteur utilisé dans ce TP est le capteur In-Sight 5100C (voir figure 2). C'est un capteur couleur mono-CCD de résolution 640×480 .



Figure 2 – Capteur de vision In-Sight 5100C

Les applications développées sur l'In-Sight sont paramétrées (configurées ou programmées) à l'aide d'une interface tableur unique : In-Sight Explorer qui est l'environnement de configuration des capteurs de vision In-Sight.

3 Travail à effectuer

Les outils qui vont être mis en oeuvre concernent :

- la configuration de l'acquisition des images,
- la détection des balles,
- le contrôle dimensionnel des balles,
- la mesure de couleur des balles,
- l'activation des sorties pour le tri,
- la création d'une vue opérateur.

3.1 Configuration

1) Création du projet en mode tableur :

- Après avoir ouvert In-Sight Explorer, sélectionner l'In-Sight de votre choix qui apparaît dans la fenêtre du réseau.

- Basculer en vue tableur (menu *Afficher*) et ôter la protection de la feuille de calcul **si nécessaire**.
- Créer un nouveau projet qui sera enregistré dans un répertoire à votre nom. Les noms des projets In-Sight portent l'extension . job.
- Indiquer sur votre compte-rendu le nom et l'emplacement du projet.

2) Configuration des entrées/sorties :

- Vérifier la configuration des Entrées/Sorties de votre système. En particulier, les 8 entrées du module d'extension resteront en mode *Donnée Utilisateur* et les 8 sorties en mode *Programmé*. L'entrée TRIGGER est relié au capteur de présence des balles devant la caméra.

3.2 Acquisition

REMARQUE : LE RÉGLAGE DE L'ÉCLAIRAGE ET DE L'OBJECTIF NE DEVRA EN AUCUN CAS ÊTRE MODIFIÉ PAR LES ÉTUDIANTS !

3) Déclenchement des acquisitions :

- Choisir le mode de déclenchement permettant la capture de l'image à l'aide du capteur de présence.
- Après avoir placé une balle sous la caméra, activer le mode vidéo directe.

4) Réglage du temps d'intégration :

- Étudier et régler le temps d'intégration afin d'obtenir une image de la meilleure qualité possible en la déplaçant à vitesse réelle devant la caméra.
- Indiquer sur votre compte-rendu la valeur de ce paramètre et expliquer le phénomène observé.

5) Réglage du gain et de l'offset :

- Mettre une feuille blanche sous la caméra et régler le gain et l'offset pour obtenir une image qui exploite toute la dynamique des niveaux de gris et qui limite le bruit ainsi que la saturation (éblouissement).
- Indiquer sur votre compte-rendu les valeurs de ces paramètres et décrire ce que vous remarquez.

6) Balance des blancs :

- Mettre une feuille blanche sous la caméra et activer la balance des blancs dans la feuille de propriétés de la fonction d'acquisition d'image (veiller à cliquer deux fois sur le bouton pour calculer puis appliquer). Ajuster votre réglage de gain pour obtenir un calibrage correcte.
- Indiquer sur votre compte-rendu la valeur adéquate.

Les images de différentes balles pourront être enregistrées au format BMP dans un dossier pour un travail hors-ligne à partir de cette base de données.

3.3 Détection de la balle

7) Détection des bords de l'objet :

- Utiliser la fonction de recherche de bords adéquate afin de détecter les deux bords opposés de la balle dans le sens de son défilement.

- Configurer cet outil afin que les bords soit correctement détectés quelque soient la position de la balle qui est fonction de son diamètre. Tester votre réglage sur plusieurs balles en mettant le système en ligne.
- Indiquer sur votre compte-rendu les valeurs des paramètres modifiés et représenter graphiquement l'outil dans l'image.
- A l'aide de la fonction **GetRow**, calculer automatiquement et afficher les valeurs des ordonnées de la première extrémité de chacun des deux bords détectés ainsi que la valeur moyenne de ces deux ordonnées pour estimer son centre.
- Est-il nécessaire de détecter les deux bords de la balle dans l'autre direction pour estimer la position de la balle dans l'image ?

8) Détection de la région correspondant à l'objet :

- Utiliser la fonction de recherche de blobs (binary large objects) afin de détecter la balle.
- Indiquer sur votre compte-rendu les valeurs des paramètres modifiés et représenter graphiquement l'outil dans l'image.
- Configurer l'outil afin d'afficher les valeurs des coordonnées du centre du blob correspondant à la balle.
- Comparer les résultats de ces deux outils ainsi que leur temps de traitements.

Les coordonnées ainsi calculées serviront de repère aux autres outils mis en oeuvre dans la suite.

9) Création d'un nouveau repère :

- Créer un repère dont l'origine est le centre de la balle estimé par les outils précédents.

3.4 Contrôle dimensionnel

Afin de mesurer le diamètre des balles, il est nécessaire d'insérer un outil de vision qui permet de détecter les contours d'un objet en forme de cercle.

10) Mesure par détection de bords :

- Insérer la fonction de recherche de bords adéquate permettant de détecter les contours des balles (forme circulaire) et paramétrer cette fonction afin de mesurer et afficher dans une nouvelle cellule le diamètre des balles en pixels, en faisant attention de positionner la région d'intérêt par rapport au centre de la balle estimé précédemment (tester les deux méthodes).
- En déduire la précision (résolution spatiale) du système. Indiquer cette valeur sur votre compte-rendu.
- Afficher les coordonnées du centre de la balle et comparer ces valeurs avec celles obtenues par les deux méthodes précédentes.
- Indiquer également sur votre compte-rendu les valeurs des paramètres modifiés et représenter graphiquement l'outil dans l'image.

11) Mesure par détection de blobs :

- Utiliser l'outil de recherche de blobs mis en oeuvre précédemment afin de déterminer le diamètre équivalent du blob correspondant à la balle.
- Comparer les résultats.

Afin d'analyser les valeurs de diamètre ainsi calculées, il est possible d'utiliser :

- des fonctions de conditions (**if**, **choose**, **InRange**, ...),
- des fonctions de comparaison (<, >, =, <=, >=, ...),
- des opérateurs logiques (**And**, **Or**, **Not**, ...),

- des instructions d’affichage en utilisant ” ”.

12) Affichage de la taille :

- Relever les différentes valeurs de diamètres possibles en faisant défiler plusieurs balles de taille différente devant la caméra.
- Indiquer sur votre compte-rendu, dans un tableau, les valeurs ainsi relevées pour chacune des trois tailles.
- En utilisant notamment la fonction **InRange** et sachant qu’il est possible d’imbriquer les fonctions, afficher dans une cellule le texte PETITE, MOYENNE, GRANDE ou DEFAULT en fonction de la taille des balles et en tenant compte d’une tolérance de ± 5 pixels.
- Indiquer sur votre compte-rendu la règle de décision utilisée pour classer les balles en fonction de leur taille selon les catégories précédentes.

3.5 Mesure de la couleur

Afin de mesurer la couleur de chaque balle il faut utiliser une région d’intérêt permettant de calculer la moyenne des composantes rouge, verte et bleue (ou autres) des pixels dans cette région.

13) Calcul de l’histogramme :

- Utiliser et configurer un outil d’extraction d’histogramme couleur afin d’obtenir et afficher une mesure **pertinente** de la couleur des balles en faisant attention de positionner la région d’intérêt par rapport au centre de la balle.
- Indiquer sur votre compte-rendu les valeurs des paramètres modifiés et représenter graphiquement l’outil dans l’image.

14) Affichage de la couleur :

- Relever les différentes valeurs possibles de la teinte en faisant défiler des balles de taille et de couleur différentes devant la caméra.
- Indiquer sur votre compte-rendu les valeurs ainsi relevées dans un tableau à deux dimensions (la couleur en ligne et la taille en colonne).
- En utilisant notamment la fonction **InRange**, afficher dans une cellule le texte ROUGE, ORANGE, JAUNE, VERT, BLEU, ROSE ou DEFAULT en fonction de la couleur des balles.
- Indiquer sur votre compte-rendu la règle de décision utilisée pour classer les balles en fonction de leur couleur selon les catégories précédentes.
- Associer une nouvelle cellule à chaque couleur dont la valeur sera égale à 1 lorsqu’il s’agit de la couleur correspondante et 0 dans le cas contraire.

3.6 Activation des sorties pour le tri

Il reste maintenant à récupérer les informations précédentes pour activer les sorties adéquates selon l’adressage suivant :

- sortie 0 : porte 1,
- sortie 1 : porte 2,
- sortie 2 : porte 3,
- sortie 3 : porte 4,
- sortie 4 : porte 5,
- sortie 5 : porte 6.
- sortie 6 : voyant blanc.
- sortie 7 : voyant vert.
- sortie HSOUT 0 : voyant rouge.

Les sorties 0 à 7 sont actives par défaut (portes ouvertes). Ainsi, pour fermer toutes les portes et mettre une balle au rebut, il faut désactiver les six premières sorties, c'est à dire écrire la valeur 1 sur chacune de ces sorties ou encore 111111 (63) sur les six premiers bits de poids faible.

Deux autres Leds (rouge et verte) sont également disponibles sur le capteur. Les différents boutons, interrupteurs et capteurs sont enfin reliés aux entrées du système.

Attention, il faut se mettre en ligne afin de pouvoir activer les sorties ou visualiser les entrées et tester votre programme.

15) Activation des sorties :

- Activer les six sorties de 0 à 5 en fonction de la couleur mesurée.
- Allumer les voyants en fonction de la taille de la balle.

3.7 Interface Homme-Machine

La dernière partie de ce TP consiste à réaliser une interface Homme-machine permettant notamment :

- d'afficher la mesure en millimètre du diamètre de la balle,
- d'afficher la taille de la balle,
- d'afficher la couleur de la balle,
- d'afficher le numéro de la balle analysée (comptage),
- de compter l'apparition de chaque type de balle,
- d'afficher le temps de traitement,
- de remettre à zéro les compteurs...

16) Vue opérateur :

- Créer une vue opérateur la plus claire possible (titre de l'application, taille des balles, couleurs des balles, comptage des balles, comptages des balles en fonction de leur type, comptage des défauts, Entrées/Sorties activées, temps de traitement,...). On veillera notamment à définir une cellule affichant le type de balle et une autre cellule affichant la couleur en changeant la couleur du texte affiché. Le diamètre des balles devra être affiché en millimètres.