Contrôle d'ampoules par vision industrielle

Le but du TP est d'effectuer le contrôle de fabrication d'ampoules à incandescence halogènes utilisées notamment sur les vidéo-projecteurs.

Le développement de cette application de vision est effectué sur un système In-Sight Cognex.

1 L'application

L'application consiste à contrôler par vision la qualité d'ampoules pour vidéo-projecteurs. Une ampoule de ce type est représentée sur la figure 1.

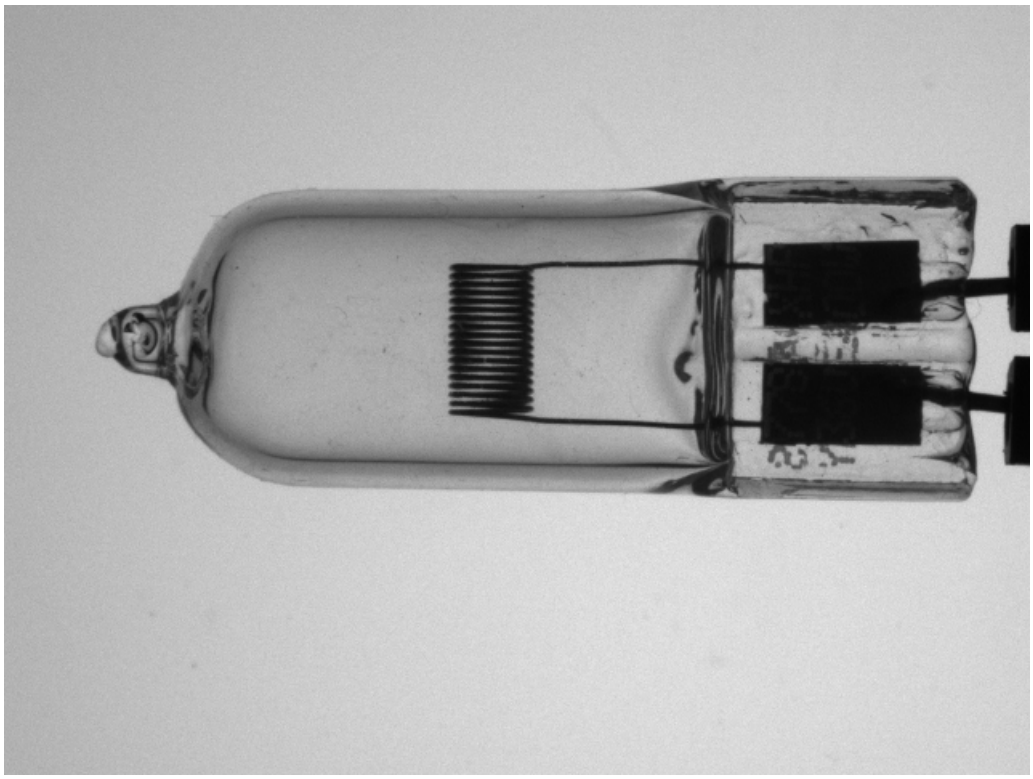

Figure **1 –** Ampoule à contrôler

Les ampoules sont fixées sur un disque mis en rotation par un moteur dont la vitesse est réglable par un variateur. Le passage d'une ampoule devant la caméra est détecté par un capteur inductif. Deux voyants (vert et rouge) sont disponibles pour avertir l'opérateur si nécessaire. L'ensemble du système est placé dans une caisse à l'abri de l'éclairage ambiant et est relié à un PC.

Le contrôle des ampoules consiste d'abord à vérifier que le diamètre moyen est égal à 17 mm. Ensuite le système doit vérifier l'état du filament et contrôler que l'extrémité du verre n'est pas cassée.

Les objets étant en mouvement, un éclairage stroboscopique a été choisi.

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 5100 (voir figure 2). C'est un capteur CCD monochrome de résolution 640×480.

Figure **2 –** Capteur de vision In-Sight 5100

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 ampoules,
- le contrôle dimensionnel des ampoules,
- l'état de l'extrémité de l'ampoule,
- la présence et l'intégrité du filament,
- l'écart entre les deux électrodes extérieures,
- 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, l'entrée TRIGGER (non accessible) est relié au capteur de présence des ampoules devant la caméra et la sortie HSOUT 1 est utilisée pour l'éclairage stroboscopique alors que la sortie HSOUT 0 est utilisée pour le voyant rouge (alerte).

3.2 Acquisition

REMARQUE : LE RÉGLAGE DE L'ÉCLAIRAGE ET DE L'OBJECTIF NE DEVRA EN AUCUN CAS ÊTRE MODIFIE 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 positionné une ampoule devant la caméra, activer le mode vidéo directe et ajuster les paramètres de l'éclairage stroboscopique si nécessaire.

4) Réglage du temps d'intégration :

- Étudier et régler le temps d'intégration afin d'obtenir une image de la meilleure qualité possible en déplaçant les ampoules à vitesse maximale 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 :

- 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.

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

3.3 Détection des ampoules

Le premier outil à mettre en place est celui qui va permettre de détecter l'ampoule et de créer un repère par rapport à cette ampoule qui peut, selon sa vitesse de déplacement et sa position sur le support, subir un déplacement et/ou une rotation.

6) Détection des bords de l'objet :

- Utiliser la fonction de recherche de bords adéquate afin de détecter deux bords perpendiculaires de l'ampoule.
- Configurer chacun de ces outils afin que les bords soit correctement détectés quelque soient les positions et les orientations des ampoules dans l'image. Tester votre réglage sur plusieurs ampoules en mettant le système en ligne.
- Indiquer sur votre compte-rendu les valeurs des paramètres modifiés et représenter graphiquement l'outil dans l'image.

7) Création d'un nouveau repère :
- A l'aide des bords détectés, créer un repère dont l'origine est l'intersection des droites correspondant aux deux bords perpendiculaires et dont l'orientation est donnée par l'un des deux bords.
- Créer une structure de type "Fixture" qui enregistre les coordonnées de ce nouveau repère.

3.4 Contrôle dimensionnel

Afin de mesurer le diamètre des ampoules, il est nécessaire d'insérer un outil de vision qui permet de détecter les bords opposés d'un objet.

8) Mesure par détection de bords :
- Insérer la fonction de recherche de bords adéquate permettant de détecter les bords opposés des ampoules et paramétrer cette fonction afin de mesurer et afficher dans une nouvelle cellule le diamètre moyen des ampoules en pixels, en faisant attention de positionner la région d'intérêt par rapport au repère estimé précédemment.
- En déduire la précision (résolution spatiale) du système. Indiquer cette valeur sur votre compte-rendu.
- Indiquer également sur votre compte-rendu les valeurs des paramètres modifiés et représenter graphiquement l'outil dans l'image.

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 " ".

9) Affichage de la conformité de la taille :
- Relever les différentes valeurs de diamètres possibles en faisant défiler chacune des ampoules devant la caméra.
- Indiquer sur votre compte-rendu, dans un tableau, les valeurs ainsi relevées pour chacune des ampoules.
- En utilisant notamment la fonction **InRange** et sachant qu'il est possible d'imbriquer les fonctions, afficher dans une cellule le texte CONFORME ou DEFAUT en fonction de la taille des ampoules et en tenant compte d'une tolérance de ± 5 pixels.
- Indiquer sur votre compte-rendu la règle de décision utilisée pour classer les ampoules en fonction de leur taille selon les catégories précédentes.

3.5 Contrôle d'aspect de l'ampoule

Le contrôle d'aspect de l'ampoule consiste à vérifier que l'extrémité du verre de l'ampoule n'est pas cassée. Pour cela, il est d'abord nécessaire de définir la zone de l'image dans laquelle la mesure sera effectuée. Ensuite, l'analyse, dans cette zone, des niveaux de gris des pixels ainsi que de leur connexité permettra

de réaliser le contrôle.

10) Calcul de l'histogramme :
- Utiliser et configurer un outil d'extraction d'histogramme dans la zone de présence de l'extrémité de l'ampoule afin de déterminer un seuil permettant de séparer le fond de l'extrémité de l'ampoule.
- Indiquer sur votre compte-rendu la valeur de ce seuil ainsi que les valeurs des paramètres modifiés et représenter graphiquement l'outil dans l'image.

11) Détection de la région correspondant à l'objet :
- Utiliser la fonction de recherche de blobs (binary large objects) afin de détecter l'extrémité de l'ampoule.
- Configurer l'outil afin d'afficher la surface du blob détecté.
- Indiquer sur votre compte-rendu les valeurs des paramètres modifiés et représenter graphiquement l'outil dans l'image.

12) Affichage de la conformité de l'aspect :
- Relever les différentes valeurs possibles de la surface du blob correspondant à l'extrémité de l'ampoule en les faisant défiler devant la caméra.
- Indiquer sur votre compte-rendu les valeurs ainsi relevées dans un tableau.
- En utilisant notamment la fonction InRange, afficher dans une cellule le texte CONFORME ou DEFAUT en fonction du résultat précédent.
- Indiquer sur votre compte-rendu la règle de décision utilisée pour classer les ampoules en fonction de leur aspect selon les catégories précédentes.

13) Exploitation de l'histogramme :
- Proposer une solution permettant directement d'exploiter les mesures faites à partir de l'histogramme afin de détecter les ampoules conformes ou non.
- Configurer l'outil afin d'afficher la ou les mesures utilisées et indiquer comment exploiter ces mesures.
- Tester cette solution sur chaque ampoule et comparer avec la méthode précédente en indiquant notamment les résultats obtenus pour chaque ampoule et les temps de traitements.

3.6 Contrôle d'aspect du filament

Le contrôle d'aspect du filament consiste à vérifier que le filament n'est pas rompu. Pour cela, une solution est d'utiliser un outil de reconnaissance des formes.

14) Recherche de motifs :
- Utiliser un outil de reconnaissance des formes afin de contrôler l'état du filament.
- Relever les mesures du score de ressemblance obtenu sur l'ensemble des ampoules et définir un seuil permettant de séparer les filaments conformes des filaments défectueux.
- Indiquer cette valeur dans votre compte-rendu.
- Étudier les paramètres de cet outil afin que le temps de traitement soit le plus court possible avec des résultats fiables.

15) Affichage de la conformité du filament :
- En utilisant notamment la fonction InRange, afficher dans une cellule le texte CONFORME ou DEFAUT en fonction du résultat précédent.
- Indiquer sur votre compte-rendu la règle de décision utilisée pour classer les ampoules en fonction de l'aspect du filament selon les catégories précédentes.

3.7 Mesure de l'écart entre les deux électrodes

16) Mesure par détection de bords :

- Proposer une solution permettant de mesurer l'écart entre les deux électrodes extérieures et d'afficher la mesure en millimètre.
- Relever dans un tableau les mesures effectuées sur chaque ampoule.

3.8 Activation des sorties pour le tri

Il reste maintenant à récupérer les résultats précédents pour activer les sorties correspondant au voyant. Deux Leds (rouge et verte) sont également disponibles sur le capteur.

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

Dans le cas ou la mesure du diamètre de l'ampoule n'est pas dans les tolérances définies ou que l'aspect de l'ampoule ou du filament n'est pas conforme, il faut alerter l'opérateur en allumant le voyant rouge. A chaque passage d'une ampoule, le voyant rouge sera allumé si son diamètre est mauvais ou si son aspect n'est pas conforme et éteint dans le cas contraire.

17) Activation des sorties :

- Allumer le voyant rouge en fonction des résultats des mesures précédentes.

3.9 Interface Homme-Machine

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

- d'activer des voyants de couleur différente pour indiquer si l'ampoule est conforme ou non,
- d'afficher la mesure en millimètre du diamètre de l'ampoule et l'écart entre les deux électrodes,
- d'afficher le numéro de l'ampoule analysée (comptage),
- d'afficher le type de défaut sur une ampoule défectueuse et compter l'apparition de chaque type de défaut,
- d'afficher le temps de traitement,
- de remettre à zéro les compteurs...

18) Vue opérateur :

- Créer une vue opérateur la plus claire possible (titre de l'application, taille des ampoules, comptage des ampoules, comptage des types de défaut, Entrées/Sorties activées, temps de traitement,...). On veillera notamment à définir une cellule affichant si l'ampoule est conforme ou non. Les mesures dimensionnelles seront affichées en millimètres.