

ANALYSE DE CONTOURS PAR DESCRIPTEURS 1-D ET CODAGE
POLYNOMIAL APPLIQUE AU CONTROLE AUTOMATIQUE DE
PROFILS DE DECOUPAGE

A.OULAMARA, J.DUVERNOY, N.NICOLETTI, G.TRIBILLON

Laboratoire d'Optique P.M.Duffieux, UA 214 CNRS
Faculté des Sciences, 25030 Besançon cedex, France

Une méthode de contrôle automatique de formes de pièces industrielles est présentée, mettant en oeuvre un critère d'écart par rapport à une forme de référence, évalué au moyen de descripteurs 1-D des profils. Les principales étapes sont : (1) l'acquisition et prétraitement de l'image, (2) l'extraction et le lissage du profil, (3) l'extraction d'une signature de forme décrivant le profil et (4) l'application hiérarchique de tests comparant le profil analysé à une référence. Cette méthode définit l'un des modules d'un processeur multifonctions destiné au contrôle de paramètres multiples de pièces mécaniques et en cours de développement avec un partenaire industriel.

An automatic procedure of cutting profiles inspection is described, that implements 1-D descriptors for assessing differences between profiles. The main steps are : (1) image digitization and preprocessing, (2) contour extraction and smoothing, (3) profile description using a pattern signature, (4) implementation of hierarchical tests to match processed profiles with a reference. This procedure corresponds to one stage of the inspection routine of a processor that supervises several parameters of mechanical parts.

1 - INTRODUCTION

La cadence de fonctionnement des presses de découpage industriel de précision nécessite la mise au point de méthodes rapides et flexibles pour le contrôle en production de la qualité des pièces. Les performances des techniques de traitement d'images permettent de répondre à ce besoin. En effet, l'analyse automatique du profil de découpage élimine toute intervention de l'opérateur humain et réduit le temps de production défectueuse lors de la cassure d'un outil de découpage. Un gain non négligeable en matière et en temps d'intervention est un facteur d'amélioration de la productivité.

Un dispositif multi-fonction utilisant la vision et contrôlant simultanément la planéité moyenne, les dimensions principales et la reproductibilité de la forme du profil est développé au laboratoire dans le cadre d'un contrat avec une P.M. Nous présentons ici les éléments de base d'une méthode d'analyse de profils destinée au contrôle de la reproductibilité de certaines formes basée sur le critère d'un écart par rapport à une référence, évaluée par des descripteurs 1-D des profils.

2 - DISPOSITIF EXPERIMENTAL

Le prototype en cours de réalisation au laboratoire est constitué, pour la partie contrôle de profil, d'une caméra matricielle associée à un micro-ordinateur équipé d'une carte mémoire. Il est destiné à contrôler un échantillon au hasard sur un lot de pièces. La fréquence de contrôle peut être adaptée en fonction de multiples paramètres tels que la complexité et/ou la fragilité de l'outil, la cadence de découpage ou la qualité du matériau.

L'image de la pièce à contrôler est obtenue au moyen d'un éclairage diascopique (visualisation sur un fond lumineux). Un système mécanique de recalage piloté par un servo-moteur et utilisant les caractéristiques de chaque modèle positionne avec précision la pièce dans le champ de la camera.

Acquisition et prétraitement de l'image

Le processeur standard d'acquisition, de filtrage de bruit et de détection des contours est effectué en temps réel par un logiciel propre au micro-ordinateur. On obtient une image binaire comportant le profil réel et éventuellement les bords de l'image dans le cas où l'on travaille sur une partie du profil pour une question de résolution spatiale. Une procédure d'extraction du profil réel est alors effectuée; elle permet de nettoyer les bords du clipping et de localiser les extrémités du profil dont les coordonnées (X_i, Y_i) sont sauvegardées dans un registre de guidage.

3 - POURSUITE ET LISSAGE CURVILIGNE DU PROFIL

Disposant d'une connaissance a priori des deux extrémités du profil réel, un balayage ligne à ligne de l'image est effectué. Les coordonnées des pixels significatifs sont sauvegardés dans un registre à deux dimensions. La poursuite a pour but de construire un registre homologue dans lequel les coordonnées des pixels sont rangées par ordre de connexité (1). La recherche démarre à partir d'un point (X_d, Y_d) du vecteur de guidage. Un test de connexité, de discontinuité et de repli est effectué pour chacun des pixels, et incrémenté. La poursuite s'arrête lorsque le deuxième pixel (X_f, Y_f) du vecteur de guidage est atteint. Le profil obtenu comporte, du fait de la discontinuité de l'image, un nombre de pixels redondants dans un voisinage 8-connexe. Un lissage curviligne est nécessaire (2), il permet d'obtenir un profil nettoyé, pseudo-continu et adapté au mode d'exploitation retenu.

4 - CONTROLE DE REPRODUCTIBILITE PAR SIGNATURE DE FORME ET CODAGE POLYNOMIAL

La forme d'un objet peut être estimée par rapport à une référence à partir de sa signature de forme, c'est-à-dire la fonction déterminée par la distance des points successifs à un point fixe correspondant au centre de masse corrigé (3) (4) (5). Cette signature est utilisée comme base de données pour le



contrôle de reproductibilité du profil.

Mode d'exploitation

Le profil de référence, sa longueur et sa signature de forme sont sauvegardés dans un registre pour le processus de comparaison. Trois tests sont effectués séquentiellement avec le profil d'entrée suivant un accroissement progressif de la précision :

Test T1 : comparaison des longueurs -

Un seuil de tolérance sur la variation de la longueur est établi. Au-dessous de ce seuil le processus de production continue, au-dessus, le programme effectue le branchement vers le test T2.

Test T2 : comparaison des signatures de formes -

Les signatures de forme sont considérées. Un critère de comparaison fixe le seuil limite d'écart. Au-dessous de ce seuil le profil d'entrée est conforme au modèle, et la production continue. Au-dessus, un défaut est présent sur le profil ; le programme lance le test T3 destiné à la localisation et la quantification de ce défaut.

Test T3 : localisation de défauts et codage polynomial :

Le processus d'analyse par tranches permet de localiser le défaut du profil. Pour chacune des tranches, un codage polynomial est effectué, les coefficients du développement induisent un vecteur prototype propre à chaque tranche. Une comparaison est alors effectuée avec le vecteur prototype homologue du modèle. Un écart supérieur au seuil de tolérance localise le défaut précédemment détecté. Cette connaissance de la position du défaut peut être mise à profit pour introduire une fonction de pondération de la décision d'arrêt de production.

La qualité exigée sur le profil peut être variable selon sa position en fonction de sa destination fonctionnelle. En effet, l'apparition d'un défaut de découpage (bavure, arrachement,...) sur une zone non fonctionnelle induit un écart par rapport à la forme du modèle mais ne justifie pas un arrêt de production. A cette fin, on introduit un vecteur de modulation du seuil de décision d'arrêt qui privilégie la sensibilité aux défauts lors de l'initialisation de la procédure. L'expérimentation de cette procédure s'effectue actuellement sur une pièce d'un rotor de moteur électrique. Le fonctionnement en rotation à grande vitesse impose une équirépartition des masses ; les zones du profil correspondant présentent alors une constante unique du seuil de sensibilité.

5 - CONCLUSION

Diverses remarques peuvent être énumérées à propos de ce dispositif de contrôle :

- le mode d'acquisition d'images en éclairage diascopique mis au point sur le prototype ne correspond pas réellement aux conditions de chargement par un bras manipulateur en milieu pollué. Un dispositif est en cours d'étude sur le site même d'implantation du système.

- l'adaptation du système à tout type de profil permet de construire un fichier des paramètres de contrôle en fonction du registre des outils de découpage catalogués et à chargement automatique, ce qui constitue un système polyvalent par simple modifications de la base des données.

- les différents seuils d'ajustement des tests, l'accroissement de la sensibilité par l'augmentation de la résolution spatiale, ainsi que l'implantation du logiciel en langage machine constituent la base des performances de ce système de contrôle de production.

6 - REFERENCES

- (1) Ayache N., "Un système de vision bidimensionnelle en robotique industrielle"
Thèse, Paris-Sud, 1983.
- (2) Dessimoz, J.D., "Traitement des contours en reconnaissance de formes visuelles : applications en robotique"
Thèse EPFL, 1980.
- (3) Kunt, M. et al. "Vision et reconnaissance de pièces plates"
INSA, Lyon, 1978.
- (4) Dessimoz, J.D. "Identification et localisation visuelle d'objets multiples par poursuite de contours et codage de courbures"
Compte-rendu des Journées de Microtechnique, EPFL, 1978.
- (5) Kammenos, P., "Vision system for High Precision Dimensional Control. Robot Vision Sensory Controls"
4th Inter.Conf. London, October 9-11, 1984.