

Ce papier présente l'usage des modèles CAO pour la reconnaissance visuelle d'objets dans une application robotique. Une modélisation hiérarchique d'un objet est obtenue à partir d'un modèle géométrique et on utilise cette représentation pour trouver l'orientation et la position de l'objet.

**1.0 Introduction**

Plusieurs techniques ont été utilisées pour la modélisation des objets tridimensionnelles pour les applications de vision par ordinateur. Ce qui a manqué, cependant, c'est une approche systématique pour construire de tels modèles dans les applications industrielles. La technologie du CAO nous offre la possibilité de modéliser le monde tridimensionnel et de construire des systèmes pour faire l'analyse visuelle. La Figure 1 montre notre approche.

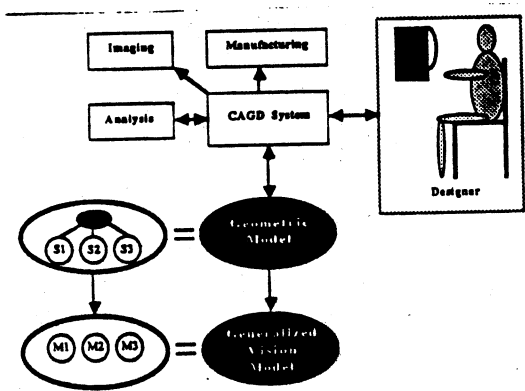


Figure 1.

Nous présentons d'abord un système de modélisation et puis nous décrivons quelques méthodes pour la génération des données intermédiaires que l'on puisse utiliser pour construire un modèle visuel.

**2. Modèles DGAO**

La "partie gauche" d'une pièce industrielle est montrée dans la Figure 2. Cette pièce été modélisée avec le système Alpha 1 (un système de dessin géométrique assisté par ordinateur ou DGAO). Les objets tridimensionnels sont représentés par leur surface décrite avec B-splines. Pour un sommaire de ce sujet, voir [1]. Alpha 1 permet la combinaison des objets primitifs pour former des objets plus complexes. Ce système permet l'utilisation de plusieurs méthodes, y compris la manipulation directe de la surface, la création et la combinaison des formes primitives, et plusieurs opérateurs de haut-niveau; par exemple, plier, tordre, et déformer. L'unique formulation mathématique de Alpha\_1 simplifie la réalisation, mais

c'est suffisamment puissant pour permettre la représentation d'une classe assez grande de formes. On peut créer les images des objets dessinés, ou faire une analyse des surfaces, ou produire les informations nécessaires pour diverses fonctions. Par exemple, pour faire l'analyse des images ou faire la génération des codes pour les machines numériquement contrôlées. Nous présentons ici un exemple de l'analyse d'image.

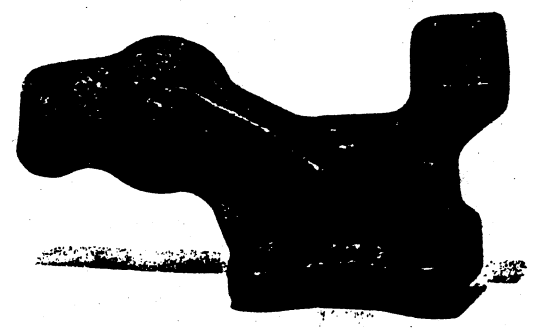


Figure 2.

La première chose à faire est de créer la silhouette de la surface de la portion gauche de la pièce. La Figure 3 montre les courbes de définition. La forme 2D est translatée pour créer la surface 3D. A vrai dire, la surface est composée de trois parties: le grand cylindre, le petit cylindre, et la connexion entre les deux. La division était faite telle que les surfaces résultantes avaient des paramétrisations identiques le long de leur arête correspondante; elles peuvent, donc, être recombinaées dans une seule surface. La dépression circulaire a été crée par une extrusion. La surface que l'on montre dans la Figure 5 est représentée par une seule B-spline.

**3. La Génération des Données pour l'Analyse Visuelle**

Plusieurs méthodes peuvent être utilisées pour générer les données pour faire l'analyse visuelle. On pourrait utiliser une technique simple qui consisterait à simuler l'action d'un capteur 3D de laser. Dans ce but, on peut se servir de la technique de tracer de rayon. C'est un peu primitif, mais c'est une simple interface initiale entre un système DGAO avec le trace de rayon et une analyse qui dépende des données d'un capteur 3D de laser.

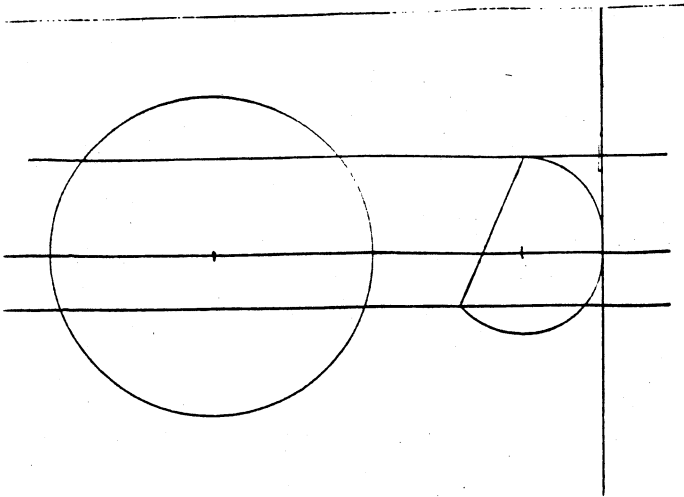


Figure 3.

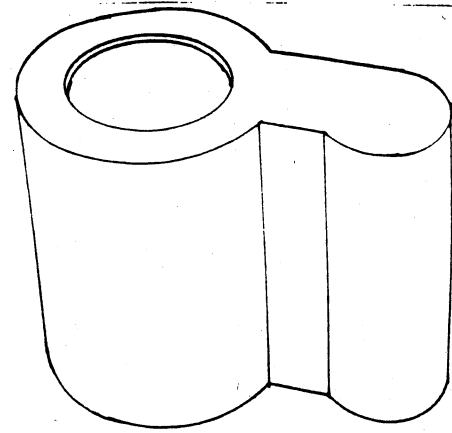


Figure 6.

Une autre méthode produit un ensemble de points moins réguliers. Les surfaces de B-spline peuvent être subdivisées en de plus petites parties. Pour les détails de ce procédé, voir [5]. La surface peut être subdivisée jusqu'à les morceaux soient assez petits. Les points centraux de chaque partie peuvent remplacer les données d'un capteur laser. Les points résultants ne sont pas, cependant, d'une distribution régulière.

Ces méthodes perdent toute information concernant les voisinages des points. C'est possible de garder cette information. Un tel graphe est montré dans la Figure 7.

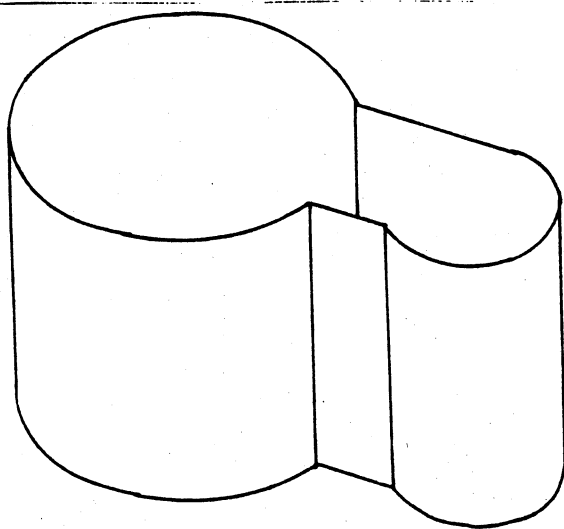


Figure 4.

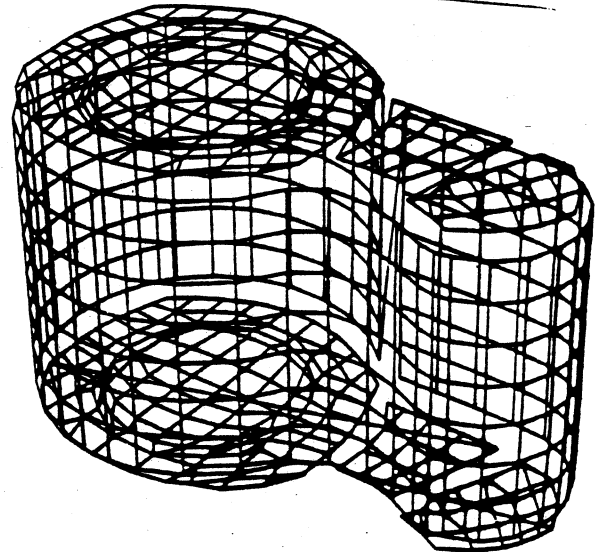


Figure 7.

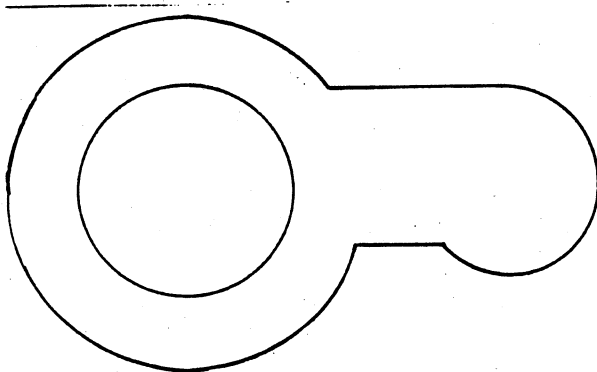
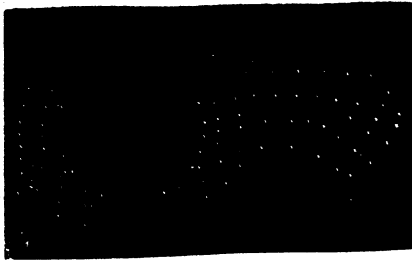


Figure 5.

Alternativement, on peut utiliser les points expliqués ci-dessus (voir Figure 8a). On peut construire le graphe d'adjacence spatiale (voir Figure 8b). A partir de ce graphe il est facile de trouver une approximation polygonale. La mise en correspondance peut se faire dans le domaine des graphes qui représentent la structure de l'objet. Pour une discussion détaillée, voir [6].



a.



b.

Figure 8.

Toutes ces méthodes précédentes produisent des quantités énormes de données. Avec un peu de connaissance des informations exigés par le système d'analyse visuelle, il est possible de générer ces données de manière plus efficace. Par exemple, si l'analyse visuelle utilise des faces polygonales, le modèle DGAO peut directement produire ces faces.

Dans plusieurs cas, les surfaces sont dessinées pour avoir certaines caractéristiques. Par exemple, les côtés de la partie gauche de la pièce industrielle sont retenus dans le modèle, et peuvent être utilisés dans l'analyse visuelle.

#### 4. La Mise en Correspondance

Les modèles utilisés dans l'analyse visuelle sont construits à partir des modèles DGAO. Ces modèles sont utilisés pour faire l'analyse. Pour un résumé des représentations 3D dans ce domaine, voir [6]. D'un côté, étant donné qu'une partie d'une surface est mieux représenté par une équation quadratique, une représentation basée sur les cylindres généralisés peut être utile dans le domaine visuel. De l'autre côté, si on peut représenter la surface par un ensemble de faces planes, il faut mieux les utiliser dans l'analyse visuelle. Le résultat est un réseau sémantique où les sommets peuvent avoir multiples représentations hiérarchiques et les arêtes décrivent les contraintes géométriques.

Une fois qu'un modèle est choisi pour l'objet complet, le système donnera les informations nécessaires pour choisir les capteurs corrects. Par exemple, l'analyse des cylindres généralisés peut demander un capteur associé avec une illumination structurée (e.g., un plan de lumière). Les autres objets peuvent être plus facilement reconnus à partir d'une analyse des images de contours.

#### References

- [1] Barnhill, R.E. and R.F. Riesenfeld (eds.). *Computer Aided Geometric Design*. Academic Press, New York, 1974.
- [2] Bhanu, Bir and Olivier Faugeras. Representation and Shape Matching of 3-D Objects. *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence* PAMI-6(3):340-351, May, 1984.
- [3] Cobb, Elizabeth. *Design of Sculptured Surfaces Using the B-Spline Representation*. PhD thesis, University of Utah, June, 1984.
- [4] Cohen, E., T. Lyche and R.F. Riesenfeld. Discrete B-Splines and Subdivision Techniques in Computer Aided Geometric design and Computer Graphics. *Computer Graphics and Image Processing* 14(2):87-111, October, 1980.
- [5] Henderson, T.C. Efficient 3-D Object Representations for Industrial Vision Systems. *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Vision* PAMI-5(6):609-618, November, 1983.
- [6] Riesenfeld, R.F., E. Cohen, R. Fish, S. Thomas, E. Cobb, B. Barsky, D. Schweitzer, and J. Lane. Using the Oslo Algorithm as a Basis for CAD/CAM Geometric Modeling. In *Proceedings of the Second Annual Conference of the NCGA*. National Computer graphics Association, Baltimore, MD, June, 1981.
- [7] Riesenfeld, R.F. Summary of the Concepts of the Alpha\_1 CAGD System. *Detroit Engineer* :8-11, April, 1982.
- [8] Thomas, Spencer. *Modelling Volumes Bounded by B-Spline Surfaces*. PhD thesis, University of Utah, June, 1984.

This work was supported in part by the System Development Foundation and NSF Grants ECS-8307483 and MCS-82-21750.