

## METHODE D'EXTRACTION DE PRIMITIVES PAR SEUILAGE AUTOMATIQUE

THIERRY QUIGUER, PIERRE MICHÉ, ROLAND DEBRIE

Laboratoire Capteurs Instrumentation et Analyse  
INSA de ROUEN, BP 8, 76131 Mont Saint Aignan Cedex TEL: 35.14.64.52 FAX: 35.70.52.97

### RÉSUMÉ

Selon le principe de la stéréovision, nous avons entrepris la réalisation d'un capteur intelligent de vision 3-D destiné au guidage de robots mobiles et de véhicules sans chauffeur. Le calcul de la troisième dimension nécessite trois étapes que sont la segmentation, la mise en correspondance et la triangulation. Notre travail concerne la première phase qui consiste à extraire les primitives pertinentes de l'image. L'algorithme que nous avons développé pour ce type d'applications intègre deux fonctionnalités essentielles que sont rapidité et auto-adaptativité des calculs. La première est obtenue à l'aide d'un modèle spécifique d'acquisition d'images et la deuxième par la mise en œuvre d'un nouveau concept que nous appelons concept des déclivités et qui permet par une analyse statistique de l'image d'en extraire automatiquement les paramètres décisionnels.

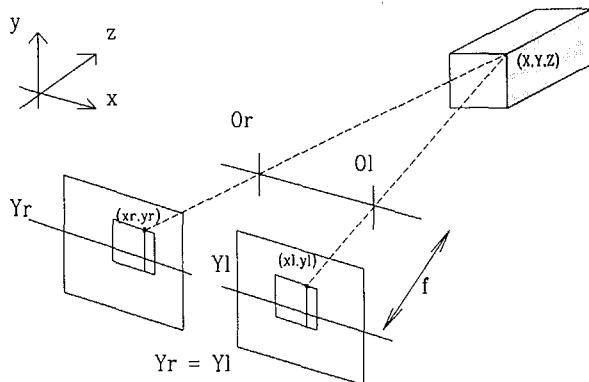
### ABSTRACT

Using the Stereovision principle, an intelligent 3-D vision sensor is currently under development in our laboratory for applications in robot guidance and automatic vehicle control. The computation of the 3-D distance needs three computation steps: segmentation, matching process and triangulation. Our work concerns the first step which consists in the pertinent primitive extraction. The algorithm we developed for the applications described above integrates two essential functionalities which are real time processing and auto-adaptativity. The first one is obtained thanks to a specific model of camera and the second by using a new concept named declivity concept which extracts decision parameters by means of a statistic image analysis.

### 1. INTRODUCTION

Les algorithmes de calculs implémentés dans un capteur de vision 3D destiné au guidage de robots mobiles et de véhicules sans chauffeur doivent nécessairement être rapides et automatiques.

Afin de simplifier les traitements et par conséquent de répondre à la contrainte temps, nous avons choisi un modèle spécifique d'acquisition d'images (c.f. figure 1).



O<sub>r</sub>,O<sub>l</sub>: Centres optiques

X,Y,Z: Coordonnées réelles de l'objet

X<sub>r</sub>,Y<sub>r</sub>: Coordonnées du point image droit

X<sub>l</sub>,Y<sub>l</sub>: Coordonnées du point image gauche

f: Longueur de focale

Les caméras dotées de capteurs CCD sont placées dans un même plan de telle sorte que les axes optiques soient parallèles et que les lignes homologues des images droite et gauche aient les mêmes coordonnées verticales. De plus les longueurs focales des objectifs sont de même valeur.

La complexité algorithmique est de ce fait réduite ; en effet, il est possible de restreindre l'espace de recherche des primitives, qui initialement était à deux dimensions, à un espace mono-dimensionnel. Nous ne sommes donc plus en présence d'un signal bi-dimensionnel de 256 Kilo octets mais de 512 signaux de 512 octets. Ces derniers seront traités en parallèle ce qui augmentera ostensiblement la rapidité des calculs.

La méthode décrite dans ce papier aborde les problèmes liés à la segmentation d'image, plus précisément l'extraction automatique de primitives. Classiquement, c'est le premier traitement de bas niveau appliqué aux images. Il consiste à "partitionner une image en ensembles disjoints de pixels adjacents" selon R.KOHLER [4], en "une classification de pixels" selon A.ROZENFELD [8], à "extraire des indices visuels" selon O.MONGA [6].

Figure 1



Dans toutes ces approches le problème majeur rencontré est que "le contexte d'une image souffre de subjectivité" KUNDU [5]. Aussi il est nécessaire de se poser la question suivante "*Quelle est l'information pertinente pour résoudre une tâche donnée ?*" O.MONGA [7] WROBEL [10]. Malheureusement, la réponse n'est pas unique car elle dépend toujours du problème posé.

Dans un premier temps il faut quantifier la pertinence des contours contenus dans une image et ceci quelle que soit l'approche (région ou contour). La méthode consiste à comparer les attributs des primitives à extraire à des seuils pertinents. Le problème réside donc en un calcul de seuil.

Pour mieux appréhender le phénomène d'extraction automatique, certains chercheurs ont investi des domaines restreints. Ainsi, A.ROZENFELD [8], CHOW [1], YANOWITZ [11], etc., ont segmenté des images à caractère bi-modal (un objet sur un fond). D'autres ont émis des hypothèses simplificatrices sur le bruit HUANG [3], ou apportent une connaissance a priori sous forme déguisée J.P.GAMBOTTO [2]. Mais la segmentation automatique n'en est pas pour autant résolue, ou alors la solution est si complexe que le temps de calcul peut atteindre jusqu'à 3 jours sur un VAX 11/750 HUANG [3].

La méthode que nous proposons extrait l'information pertinente d'une image en des temps extrêmement intéressants sans l'apport de connaissance a priori.

## 2. SEGMENTATION

Notre problème est donc le suivant : extraire automatiquement et le plus rapidement possible les éléments caractéristiques d'une image afin de les présenter au traitement subséquent (la mise en correspondance).

Du fait de la configuration des caméras (c.f. figure 1), la segmentation porte sur un signal monodimensionnel correspondant à une ligne image de laquelle il faut extraire l'information pertinente. Cette dernière correspond aux changements significatifs de Niveaux de Gris (NVG) et apparaît sous forme de déclivités : discontinuités locales de NVG comprises entre deux extrêmes adjacents (c.f. figure 2).

Les déclivités apportent l'avantage de pas être limitées à un voisinage fixe comme les opérateurs classiques permettant ainsi de détecter les variations de NVG présentes sous forme de rampes (dégradés de NVG).

Dans un premier temps, nous calculons l'histogramme des déclivités. On peut supposer que ce dernier est bi-modal : le premier mode contient un grand nombre de déclivités de faible amplitude correspondant aux variations du signal dans les zones à peu près homogènes et le deuxième un nombre moindre de déclivités de plus forte amplitude.

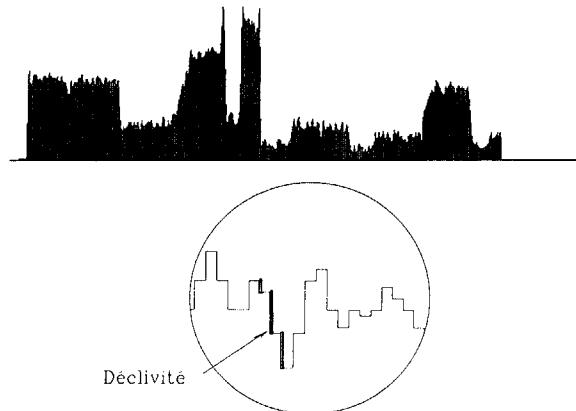


Figure 2

Expérimentalement, l'histogramme à la forme représentée figure 3.

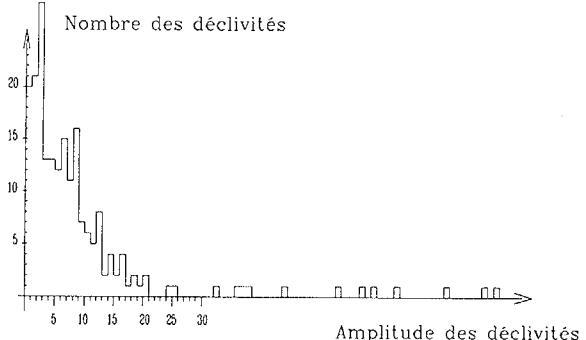


Figure 3

Le premier mode prévaut ; ce qui est normal compte tenu de la nature intrinsèque des données traitées (image normalement bruitées peu texturées). Le deuxième est par contre peu marqué ce qui rend difficile le choix du seuil par les techniques classiques.

Aussi, conséquemment à l'analyse expérimentale de notre histogramme, nous avons posé l'heuristique suivante : "*Le seuil de pertinence correspond à la vallée entre les deux modes*".

Pratiquement, la vallée n'est pas unique et est obtenue par la recherche de la première zone dans l'histogramme (c.f. figure 4) correspondant à des déclivités d'amplitudes nulles (déclivités inexistantes).

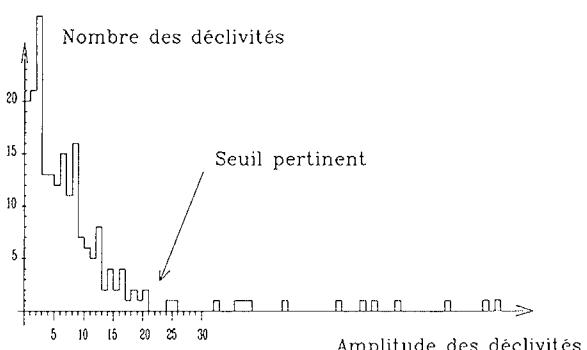


Figure 4

### 3. RESULTATS

Notre algorithme a été testé sur différentes images (512 x 512 x 8 bits)<sup>1</sup> représentant des scènes d'intérieur, d'extérieur, des coupes biologiques, etc... La qualité des résultats obtenus montre la validité et l'efficacité de notre algorithme.

Les temps de calculs présentés correspondent aux temps de segmentation par image et par ligne ; les temps de segmentation ligne sont des temps moyens.

#### 3.1 APPROCHE STEREOVISION

Les résultats que nous exposons dans cette partie concernent un couple d'images stéréoscopiques (c.f. figure 5). Par conséquent, seuls les contours possédant une composante verticale sont extraits.

#### 3.2 APPROCHE DETECTION DE CONTOURS

Afin d'extraire les contours dans une image, il suffit d'appliquer l'algorithme sur les lignes horizontales puis verticales.

Les résultats obtenus pour des images d'extérieur et de coupe biologique (c.f. figure 6,7) sont excellents compte tenu de ce que les images traitées dans cette partie sont peu contrastées (image d'extérieur) et présentent une texture prononcée (partie droite de l'image biologique).

Il est à noter que notre algorithme est appliqué directement aux images sans pré-traitement et que compte tenu du matériel utilisé, les résultats obtenus sont très satisfaisants.

### 4. CONCLUSION

Dans ce papier nous avons abordé le problème de la segmentation en utilisant une approche classique (approche frontière) construite autour d'un nouveau concept (déclivités). Le calcul des paramètres décisionnels a ainsi pu être pleinement auto-adaptatif.

Le fait d'utiliser une configuration spécifique pour nos caméras nous a permis de réduire la complexité algorithmique et par conséquent d'obtenir des temps de calcul très faibles.

Notre algorithme a été développé dans l'optique stéréovision, aussi lorsque nous l'utilisons pour extraire les contours, ces derniers ne sont pas toujours fermés. Notre objectif n'est pas de solutionner ce problème, mais il n'est pas interdit d'appliquer un algorithme de fermeture des contours afin de pallier ce *petit* inconvénient.

Enfin, les temps de calcul obtenus nous autorisent de grands espoirs quand à l'implémentation éventuelle de tels algorithmes sur une machine spécialisée.

1. Les calculs ont été effectués sur un compatible AT 386 SX cadencé à 16 Mhz

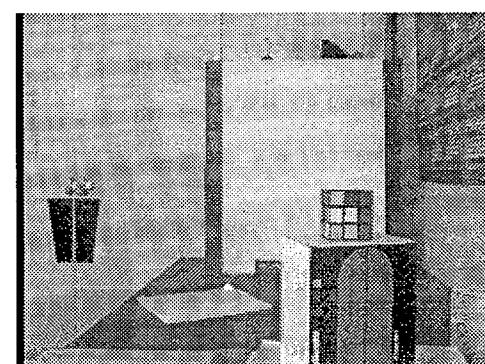
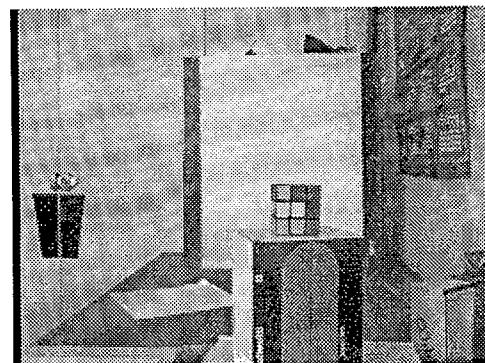


Image : 8,4 s  
Ligne : 16 ms

Image : 8,2 s  
Ligne : 16 ms

Figure 5 : scènes d'intérieur (vues droites et gauches)

Le temps moyen de segmentation d'une image est de 8 secondes. Lorsque l'on parallélise le processus de segmentation, il ne faut prendre en compte que le temps de calcul d'une ligne qui est de 16 ms en moyenne.

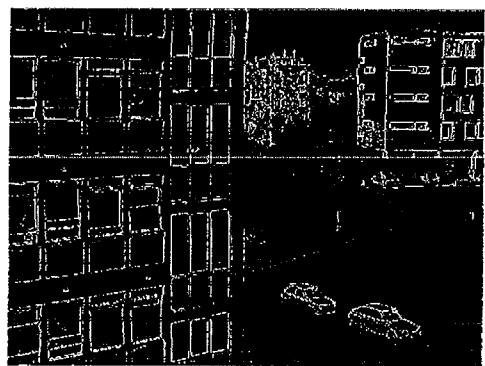
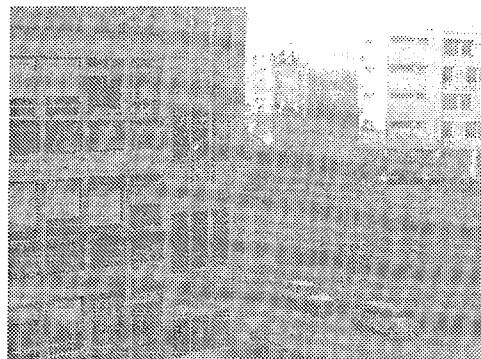


Image : 17 s  
Ligne : 17 ms

Figure 6 : Vue extérieure

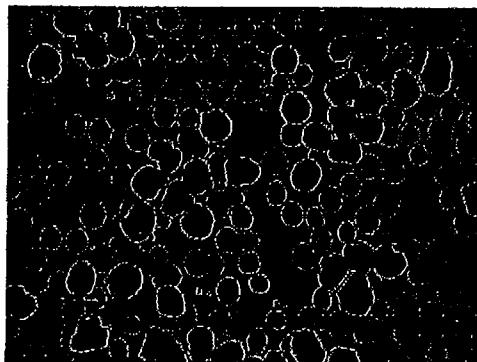
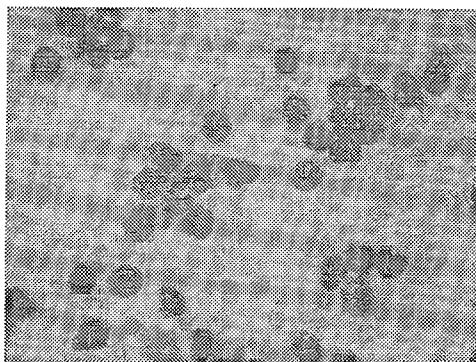


Image : 18 s  
Ligne : 17 ms

Figure 7 : Vue biologique

## BIBLIOGRAPHIE

- [1] C.K.CHOW, T.KANEKO, "Automatic boundary detection of the left ventricle from cineangiograms", *Computers and Biomedical, research 5*, pp 388-410, 1972
- [2] J.P.GAMBOTTO 85, "Estimation récursive de la moyenne de signaux bidimensionnels : vers une approche parallèle de la segmentation d'images", *10e Colloque sur le Traitement du Signal et ses Applications*, pp 785-790, Nice 20-24 MAI 1985
- [3] J.S.HUANG, D.H.TSENG, "Statistical theory of edge detection", *CVGIP*, Vol 43, pp 337-346, 1988
- [4] R.KOHLER, "A segmentation system based on thresholding", *CGIP*, Vol 15, pp 319-338, 1981
- [5] A.KUNDU, "Robust Edge Detection", *Pattern Recognition*, Vol 23, pp 423-440, 1990
- [6] O.MONGA "Segmentation d'images par croissance hiérarchique de régions", *Thèse de 3ième cycle*, ORSAY 1988
- [7] O.MONGA "Segmentation d'images : Où en sommes nous ?", *Rapport de recherche INRIA n°1216*, AVRIL 1990
- [8] A.ROSENFELD, A.C KAK, "Digital Image Processing", *Second Edition Academic Press Inc.*, Vol 1/2, 1982
- [9] J.S.WESKA, A.ROSENFELD "Histogram modification for threshold selection", *IEEE Trans. on Syst., Man and Cyber.*, Vol 9, n°1, pp 38-52, JANVIER 1979
- [10] B.WROBEL-DAUTOUR, "Perception de la distance par mise en correspondance de régions entre des images stéréoscopique", *Thèse de 3ième cycle*, CRIN NANCY 1988
- [11] J.D.YANOWITZ, A.M.BRUCKSTEIN "A new method for image segmentation", *CVGIP*, Vol 46, pp 82-95, 1989