



ANALYSE ET PRETRAITEMENT DE DONNEES TRIDIMENSIONNELLES.

Analysis and preprocessing of three dimensional data.

S. LELANDAIS^(*) - H. MAITRE

Laboratoire Image ENST 46, rue Barrault 75634 PARIS CEDEX 13

(*) Sous contrat de recherche avec EDF. DER Chatou.

RESUME

L'acquisition de formes tridimensionnelles devient une nécessité dans des domaines très différents (CAO, GSI, bases de données d'images, catalogage automatique, ...) c'est pourquoi nous avons réalisé un système de numérisation qui permet d'obtenir, en un temps de l'ordre de la minute, des informations suffisamment pertinentes pour calculer les coordonnées (x,y,z) d'environ 200 000 points d'un objet.

Mais la réalisation technique de la maquette ne suffit pas pour définir complètement le système et connaître le comportement des données qu'il fournit. Pour cela, nous avons mené deux études:

- * La première porte sur l'influence que les différents paramètres ont sur la précision des coordonnées.
- * La seconde est une analyse statistique du signal brut.

Ces deux études nous ont permis d'envisager une procédure de filtrage. Notre algorithme travaille en deux étapes. Il réalise tout d'abord un filtrage logique, puis un filtrage analytique. Ces opérations sont réalisées sur les données brutes que l'on considère comme constituant une image.

- * Le filtrage logique consiste à caractériser le point en termes de relations avec son voisinage et à éliminer les points aberrants.
- * Le filtrage analytique est un lissage sur les points fortement connexes. Il respecte les hautes fréquences du signal.

SUMMARY

Measurement of 3xD object is more and more needed in many fields (CAD, picture synthesis, pictorial data basis, ...). Therefore we developed a measurement system which provides, within a one minute acquisition time, pertinent enough data to calculate (x,y,z) coordinates of 200 000 objects points.

But the technical solution is not enough to answer the 3xD problem, we are also involved in a theoretical and experimental study to determine the ultimate precision of the method. This study stands on two levels:

- * firstly the various geometrical and optical parameter impacts on the coordinate measurement accuracy,
- * secondly a statistical study of the rough signal.

Both these works show that a post-filtering is to be made. We propose a two-stage filtering: at first a logical filtering, then an analytical one. The object is processed by this method exactly as a picture:

- * logical filtering provides a topological characterisation of any object element in terms of neighbourhood and a possible elimination of strongly isolated points.
- * analytical filtering only works on 4-connected points and provides a smoothing with a preservation of discontinuities.



informations suffisamment pertinentes pour calculer les coordonnées (x,y,z) d'environ 200 000 points d'un objet.

1. INTRODUCTION.

L'acquisition de formes tridimensionnelles devient une nécessité dans des domaines très différents (CAO, GSI, bases de données d'images, ..). Face à cette demande importante de nombreux systèmes ont été réalisés (1) depuis une dizaine d'années. Ils se différencient les uns des autres par :

- * Leurs performances :
 - vitesse de saisie
 - nombre de points acquis
 - précision.
- * Leur niveau d'automatisation :
 - manuel
 - semi-automatique
 - automatique.
- * la méthode utilisée :
 - acoustique
 - mécanique
 - tactile
 - couplage de projections
 - traitement des images
 - moirés
 - projections lumineuses
 - ..
- * Leur mode d'utilisation.
- * Le type d'objet traité
- * Leur coût

En règle générale le choix d'un système est très lié à l'application que l'on souhaite développer. Cette remarque montre la limitation de beaucoup de ces appareils: ils ne peuvent s'adapter à toutes les situations et procurent une information restreinte sur l'objet qui suppose une connaissance préalable de la scène avant de pouvoir analyser ces données.

C'est pourquoi nous avons décidé de réaliser un système universel permettant d'obtenir une reconstruction fidèle d'un objet quelconque, sans connaissance a priori de la forme, au moyen d'une liste exhaustive de mesures. Un tel objectif ne pouvait être atteint que par un appareil entièrement automatique alliant vitesse et grand nombre de points acquis. La maquette développée au laboratoire (2) utilise le principe suivant :

l'objet à numériser est placé sur un moteur en rotation pas à pas. Un faisceau laser, transformé en plan lumineux vertical par une optique appropriée, éclaire cet objet. Une caméra vidéo observe la scène. Du signal qu'elle délivre, on extrait la position de cette trace lumineuse dans la ligne vidéo. Les données ainsi calculées sont stockées dans une mémoire de masse. L'ensemble du système est piloté par un microprocesseur (figure 1). Une telle configuration nous permet d'obtenir, en un temps de l'ordre de la minute, des

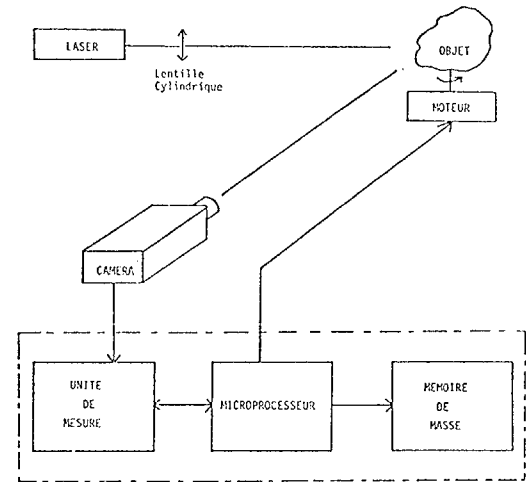


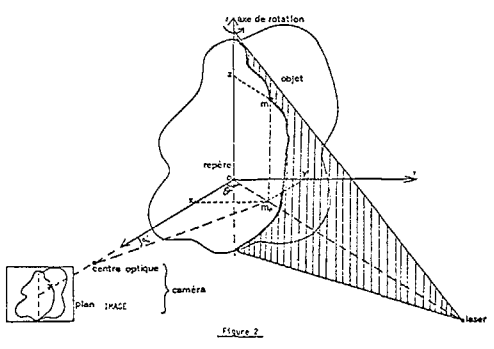
Figure 1

Mais la réalisation technique ne suffit pas pour définir complètement un appareil et connaître le comportement des données qu'il fournit. Pour cela nous avons mené deux études que nous allons exposer maintenant. La première porte sur l'influence que les différents paramètres ont sur la précision des coordonnées. La seconde consiste en une analyse statistique du signal brut. Ces deux études nous ont permis d'envisager une procédure de filtrage expliquée dans le quatrième paragraphe de cet article. En conclusion nous évoquons les résultats fournis par ces algorithmes.

2. PRECISION.

2-1. Calcul des coordonnées.

Nous avons montré (3) qu'en se plaçant dans des conditions géométriques particulières, il est possible de réduire notablement le volume des opérations mathématiques qui permettent de passer du signal vidéo aux coordonnées d'un point dans l'espace. Nous appelons cette configuration un montage de référence (figure 2). Nous verrons par la suite (paragraphe 2-2) l'influence des écarts, volontaires ou involontaires, du montage avec cette situation de référence. Le montage de référence est défini par les conditions suivantes :



Le passage du repère lié à la caméra à celui lié à l'objet prendra alors en compte les rotations de celui-ci entre deux acquisitions:

$$(VI) \begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \cos w & -\sin w & 0 \\ \sin w & \cos w & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} x \\ y \\ z \end{bmatrix}$$

2-2. Différents paramètres influant sur l'acquisition.

Nous avons vu au paragraphe précédent que de nombreux paramètres interviennent dans le calcul des coordonnées, et donc une erreur commise sur l'un d'eux entrainera une erreur sur la position du point "M". Nous ne détaillons pas ici tous les calculs qui permettent d'obtenir cette erreur dans les différents cas, ils peuvent être trouvés par ailleurs (3), mais nous dégagons les principales causes d'erreurs et nous montrons comment minimiser l'incertitude "dM".

- * Le plan lumineux délivré par le laser contient l'axe de rotation, c'est à dire l'axe des "z" du repère, et ceci pendant toute l'acquisition.
- * Le plan image de la caméra est parallèle au plan "yoz" de ce même repère.
- * L'origine du faisceau laser est située à une distance "d" de l'origine du repère (dans le plan "xoy").
- * L'intersection du plan lumineux et du plan "xoy" fait un angle "theta" avec l'axe des "x".
- * La distance origine-centre optique de la caméra vaut "x0".
- * Le facteur d'homothétie de l'objectif utilisé vaut "gamma".
- * "mp" projection du point "m" est vue sous un angle "alpha" par la caméra.

2-2-1. Erreurs liées au laser.

Nous supposons que le plan lumineux, est aligné sur l'axe de rotation, fait un angle "theta" avec l'axe des "x" et est focalisé sur la surface de l'objet. Quatre types d'erreur peuvent donc se produire lors de la mise en place du laser:

- * mauvaise mesure de "theta"
- * plan lumineux non aligné sur l'axe des "z" et parallèle à celui-ci
- * plan lumineux non aligné sur l'axe des "z" mais le coupant en un point
- * mauvaise focalisation du faisceau entraînant une définition imprécise des points.

On obtient alors les équations des coordonnées d'un point "m" (x,y,z) dans un repère lié à la caméra:

$$(I) \quad x = x_0 \frac{\text{tg } \alpha}{\text{tg } \alpha + \text{tg } \theta}$$

$$(II) \quad y = x_0 \frac{\text{tg } \alpha \text{ tg } \theta}{\text{tg } \alpha + \text{tg } \theta}$$

$$(III) \quad z = z_m \frac{\text{tg } \theta}{\text{tg } \alpha + \text{tg } \theta}$$

2-2-2. Erreurs liées au moteur.

Entre deux acquisitions on déplace l'objet d'un angle élémentaire. Deux types d'erreurs sur l'angle "w", caractéristique de la rotation, peuvent entrainer une incertitude "dM". Remarquons que ces erreurs viendront perturber la formule VI et n'affecteront pas la coordonnée "z".

- * mauvaise définition de la position initiale (dans le cas où on veut numériser un objet à partir d'un point précis)
- * incertitude sur le pas de rotation du moteur (erreur aléatoire).

2-2-3. Erreurs liées à la caméra.

La caméra possède de nombreux degrés de liberté, ce qui entraîne plusieurs types d'erreurs potentielles. De plus les caractéristiques d'un tel capteur sont difficiles à connaître ce qui signifie qu'il n'est pas toujours facile de chiffrer les incertitudes.

- * incertitude sur la mesure de "x0"

Remarquons que le système fournit des données sous la forme d'un triplet (n, zeta, w) où "n" représente le numéro de la ligne vidéo, "zeta" la position sur cette ligne et "w" l'angle parcouru par l'objet depuis la première acquisition (en correspondance avec le numéro de l'image). On a donc:

$$(IV) \quad \text{tg } \alpha = k_1 \zeta \quad (V) \quad z_m = k_2 \left(\frac{N}{2} - n \right)$$

où "k1" et "k2" sont des constantes liées au capteur et "N" représente le nombre total de lignes dans une image vidéo.

Les formules I, II et III ne sont pas suffisantes et il faut pouvoir connaître les coordonnées d'un point "M" (X,Y,Z) quelconque de l'objet dans un repère qui ne sera plus lié au système de saisie.



- * aberrations géométriques du capteur
 - * limitation de la résolution en ligne de la caméra
 - * axe des "x" ne passant pas par le centre optique de la caméra
 - * plan image non parallèle au plan "yoz"
 - * balayage des lignes de télévision non perpendiculaire à l'axe de rotation.
- Ces trois dernières erreurs vont se traduire par une incertitude sur la valeur de " α " ou de " Z_n "

2-2-4. Erreurs dues à l'électronique.

Au niveau de l'électronique d'acquisition peuvent aussi s'introduire des erreurs de deux types :

- * instabilité du signal d'horloge provoquant un "jitter" à la fréquence de l'horloge
- * instabilité et mauvais seuillage des signaux de synchronisation.

2-3. Minimisation des erreurs.

Cette étape va se situer à deux niveaux : le premier consistant en un choix judicieux des paramètres, l'autre étant une amélioration du matériel

2-3-1. Choix des paramètres.

L'étude menée sur la précision nous a montré l'importance de la valeur de " θ ". En règle générale, si on prend $\theta > 30^\circ$ et $< 60^\circ$ on peut espérer allier minimum d'erreurs et minimum de parties cachées. Ceci est vrai à la condition que l'angle " α " ne soit pas trop grand ($< 60^\circ$ environ, ce qui correspond à tous les objectifs de caméra exceptés les "grands champs"). Si " α " dépasse cette limite, il faudra que " θ " soit le plus petit possible pour obtenir une bonne précision.

2-3-2. Choix du matériel.

Pour minimiser les erreurs sur la caméra et l'électronique il faut prévoir :

- * une caméra possédant une bonne définition (ouverture optique, bande passante, ...), un taux d'aberrations géométriques faible ($< 1\%$), un gain fixe et dont on connaisse au mieux les caractéristiques internes.
- * un asservissement en phase entre l'horloge point et le signal de synchronisation ligne
- * la génération de signaux de synchronisation très stables
- * l'extraction de la parité de la trame
- * l'utilisation de méthodes d'étalonnage permettant de faciliter les réglages de tous les éléments du système et d'obtenir des indications sur les incertitudes.

3. ANALYSE STATISTIQUE.

En présence d'un signal nouveau, et dans le but de le traiter efficacement, il est bon d'acquérir une connaissance statistique de son comportement ; cette connaissance portera essentiellement sur les relations d'un point et de ses voisins (sur un même parallèle ou un même méridien), ou sur la redondance et l'innovation du signal. Cette démarche est semblable à celle qui a permis de mieux connaître les signaux d'image (4, 5).

3-1. Grandeurs considérées.

Nous avons considéré en particulier les grandeurs suivantes :

- * Répartition de la position des points (" ζ ") dans le fichier et moyenne ("MP05").
- * Ecart type par rapport à la position moyenne ("ETY").
- * Variation de la position en considérant quatre cas :
 - Ecart de position entre deux points d'un même méridien situés sur deux lignes consécutives ("ML1").
 - Ecart de position entre deux points d'un même méridien situés l'un sur une ligne "L" et l'autre sur une ligne "L+2" ("ML2").
 - Ecart de position entre deux points situés sur une même ligne dans deux méridiens consécutifs ("MM1").
 - Ecart de position entre deux points situés sur une même ligne, l'un dans un méridien "M" et l'autre dans un méridien "M+2" ("MM2").
- * Nombre total de points multiples ("NTU"). Notre unité de mesure nous permet, en effet, d'enregistrer plusieurs pics surbrillants par ligne. Ceci est important car il peut arriver que par suite de réflexions ou d'élargissement parasites du faisceau, plusieurs traces apparaissent. De plus, il est possible d'utiliser plusieurs lasers pour réaliser une numérisation.
- * Nombre total d'alarmes ("NTA"). Il est prévu un bit, dans le mot de données stockées pour chaque point, qui signale si des informations ont été perdues entre la mesure précédente et la mesure courante. C'est ce que nous appelons une alarme, cela correspond à un événement exceptionnel au cours de la mesure.

3-2. Résultats.

Histogramme des positions :

difficilement modélisable car s'il est régulier et centré autour d'une valeur moyenne pour des objets réguliers (style buste, ...), il peut devenir quelconque pour des objets "torturés".

Histogramme des sauts d'amplitude :

bien mieux modélisable, présente un fort centrage sur zéro et une décroissance assez régulière de part et d'autre.

Ceci est tout à fait similaire à ce que l'on rencontre sur les images.

Points multiples et Alarmes :

ils sont en nombre fort restreint pour des objets de textures et de formes assez différentes de l'ordre de 1%.

4 FILTRAGE

4-1. Connexité.

C'est à partir de cette analyse statistique conduite sur les données et surtout en constatant les liaisons très fortes que possédaient des points voisins entre eux, que nous avons choisi de caractériser chaque point en fonction du type de relation qu'il entretient avec son entourage, notre but étant d'exploiter les propriétés du signal brut afin d'implanter des traitements de filtrage et de lissage.

Nous avons essayé de redéfinir une notion de voisinage comparable à celle définie dans les images (6). Un des problèmes que nous avons rencontrés est celui des points multiples, c'est à dire des cas où on a plusieurs points sur une même ligne. Pour traiter cette situation nous nous sommes défini une zone de travail comprenant trois méridiens consécutifs. On considère que sur chaque ligne du méridien on peut avoir au plus 10 mots de données (10 points multiples). Un voisinage comprend alors tous les points existant sur trois lignes consécutives de ces trois méridiens (figure 3). Ce voisinage, tel que nous venons de le formaliser, correspond donc à une nappe de surface donnée.

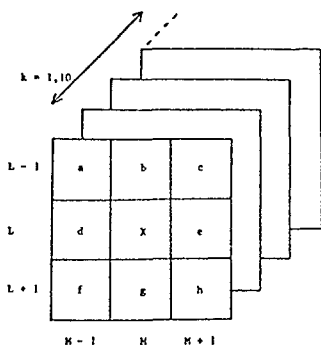


Figure 3

On examine les relations de voisinage des points de la pile centrale, c'est à dire que l'on calcule les distances entre un tel point central et ses voisins (b,d,e,g); si ces distances sont inférieures à un seuil, déduit des résultats de l'analyse statistique, on décide que les points concernés sont connexes entre eux.

Soit $T(i,j,k)$ la matrice de position des points, avec $i=1,3$; $j=1,3$ et $k=1,10$ ("i" représente les méridiens, "j" les lignes et "k" le nombre de points que l'on peut avoir sur une ligne d'un méridien), $T(i,j,k)$ est un mot de 16 bits qui contient initialement la distance " $\sqrt{6}$ " à l'axe de rotation codée sur 10 bits. Le registre central, par rapport auquel on effectue le calcul, est caractérisé par les indices $i=j=2$.

Lorsque $T(2,2,k_0)$ (k_0 donné variant entre 1 et 10) est différent de zéro, on calcule quatre valeurs :

$$\begin{aligned} \text{minV1} &= \text{Min}_{k=1,10} (|T(1,2,k) - T(2,2,k_0)|) \\ \text{minV2} &= \text{Min}_{k=1,10} (|T(3,2,k) - T(2,2,k_0)|) \\ \text{minH1} &= \text{Min}_{k=1,10} (|T(2,1,k) - T(2,2,k_0)|) \\ \text{minH2} &= \text{Min}_{k=1,10} (|T(2,3,k) - T(2,2,k_0)|) \end{aligned}$$

On compare chacune de ces valeurs au seuil correspondant suivant la règle suivante :

$$\begin{aligned} \text{minV1} < \text{SV} & \implies V1 = 1 \quad \text{sinon} \quad V1 = 0 \\ \text{minV2} < \text{SV} & \implies V2 = 1 \quad \text{sinon} \quad V2 = 0 \\ \text{minH1} < \text{SH} & \implies H1 = 1 \quad \text{sinon} \quad H1 = 0 \\ \text{minH2} < \text{SH} & \implies H2 = 1 \quad \text{sinon} \quad H2 = 0 \end{aligned}$$

où $V1, V2, H1$ et $H2$ correspondent à quatre bits que l'on rajoute en tête de chaque mots de données (figure 4).

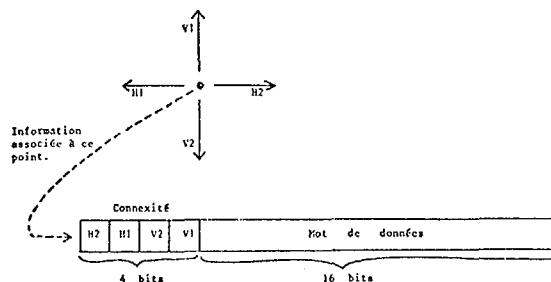


Figure 4

Les quatre bits $H2, H1, V2, V1$ sont codés à travers le mot "VC" :

$$VC = 8*H2 + 4*H1 + 2*V2 + 1*V1$$

que nous nommons valeur de connexité et qui permet de mémoriser la ou les directions dans lesquelles ont été prises les décisions de connexités.

Enfin le degré de connexité "DC" traduit le nombre de fois que la décision a été prise. Il vaut donc :

$$DC = V1 + V2 + H1 + H2$$

et peut varier entre "0" et "4" proportionnellement à la force des relations entretenues avec les voisins.



ANALYSE ET PRETRAITEMENT DE DONNEES TRIDIMENSIONNELLES.

Analysis and preprocessing of three dimensional data.

S.LELANDAIS - H.MAITRE

4-2. Filtrage.

Notre filtrage a pour but de réduire l'influence de deux défauts :

- * l'existence de points aberrants provoqués par des réflexions parasites ou un bruit électronique
- * des sauts de position faibles sur les méridiens et dus soit à un asservissement insuffisant entre l'horloge et la synchronisation soit à une instabilité du signal de synchronisation ligne

Pour réaliser ce traitement nous avons repris les résultats fournis par l'analyse des connexités et nous avons procédé en deux étapes.

La première étape consiste en l'élimination de certains points, en l'occurrence :

- * les points 0-connexes
- * les points multiples (dans un premier temps). Pour ceux-ci, le point maintenu dans le fichier de résultat est le point qui a le degré de connexité le plus élevé.

La deuxième étape est un filtrage arithmétique des données qui est effectué de manière assez analogue aux filtrages pratiqués sur des images en niveau de gris (7).

Ce filtrage correspond en fait à un lissage réalisé sur certaines parties des méridiens. En effet nous ne voulons pas atténuer les transitions rapides qui traduisent des zones de forte discontinuité de la surface de l'objet. Dans ces zones, le degré de connexité est inférieur à "4" puisqu'il y a rupture du méridien. On applique donc un algorithme de filtrage uniquement sur les points 4-connexes placés dans un voisinage de points 4-connexes (fenêtre 3x3). Un tel choix entraîne qu'un certain nombre de points 4-connexes ne seront pas traités par le filtre.

Nous avons décidé de tester plusieurs filtres (figure 5) inspirés de ceux utilisés en traitement des images.

FILTRE F11	FILTRE F12	FILTRE F13																											
<table border="1" style="border-collapse: collapse; width: 60px; height: 60px;"> <tr><td>1</td><td>1</td><td>1</td></tr> <tr><td>1</td><td>1</td><td>1</td></tr> <tr><td>1</td><td>1</td><td>1</td></tr> </table>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	<table border="1" style="border-collapse: collapse; width: 60px; height: 60px;"> <tr><td>2</td><td>3</td><td>2</td></tr> <tr><td>3</td><td>6</td><td>3</td></tr> <tr><td>2</td><td>3</td><td>2</td></tr> </table>	2	3	2	3	6	3	2	3	2	<table border="1" style="border-collapse: collapse; width: 60px; height: 60px;"> <tr><td>1</td><td>2</td><td>1</td></tr> <tr><td>2</td><td>4</td><td>2</td></tr> <tr><td>1</td><td>2</td><td>1</td></tr> </table>	1	2	1	2	4	2	1	2	1
1	1	1																											
1	1	1																											
1	1	1																											
2	3	2																											
3	6	3																											
2	3	2																											
1	2	1																											
2	4	2																											
1	2	1																											

Figure 5.

(ML1,ML2,MM1 et MM2) qui n'atteignent jamais la valeur "2". On constate aussi, sur ces données brutes, que les pourcentages d'alarmes et de points multiples sont très faibles (toujours inférieurs à 0, 5%).

Pour ce qui est de la connexité, le nombre de points 4-connexes peut varier notablement. En fait, ce nombre est supérieur à 80% pour des objets présentant un volume très rassemblé autour de l'axe de rotation, et il diminue pour des objets plus accidentés. Les points 0-connexes représentent dans tous les cas environ 1% des données. Ces résultats appuient donc ceux procurés par l'analyse statistique et illustrent bien les fortes liaisons que possèdent les points entre eux.

La fin du tableau contient les résultats du filtrage. Le nombre de points 4-connexes filtrés (NFI) dépend de l'aspect extérieur de l'objet et peut descendre à 20% dans les cas que nous citons précédemment. On peut en déduire que de telles formes nécessiterait une nouvelle acquisition avec un pas d'échantillonnage angulaire plus fin, de manière à pouvoir détecter des éléments cohérents de la surface. Pour ce qui est des variations des écarts de position avant et après le filtrage, on constate que ces variations sont faibles, avec un écart un peu plus important pour le filtre F11 et un filtre médian qui privilégie moins le point central que les deux autres. Ceci est satisfaisant puisque nous pouvons penser que nous n'avons pas trop transformé les fichiers de départ.

Le choix de ces filtrages repose en fait sur l'application que l'on souhaite faire du signal. Des exemples de visualisation sont présentés dans (8).

5 CONCLUSION.

Nous présentons, à la fin de cet article, un tableau récapitulatif des résultats obtenus par l'analyse statistique, l'algorithme de connexité et le filtrage, sur des fichiers de données provenant de la numérisation de différents objets de relief et de texture assez variés.

Si l'écart type (ETY) peut être assez important, il n'en va pas de même pour les sauts de position

ANALYSE ET PRETRAITEMENT DE DONNEES TRIDIMENSIONNELLES.

Analysis and preprocessing of three dimensional data.

S.LELANDAIS - H.MAITRE

6. BIBLIOGRAPHIE

- <1> S.LELANDAIS,A.CLAINCHARD,J.LOPEZ KRAHE,H.MAITRE
F.SCHMITT "Numérisation de formes tridimensionnelles: acquisition, traitement"
4ème congrès de Reconnaissance de Formes et Intelligence Artificielle, AFCET, Paris 25-27 Janvier 1984.
- <2> S.LELANDAIS,A.CLAINCHARD "Systeme d'acquisition de formes tridimensionnelles", Congrès MICAD 84, Paris 28 Février- 2 Mars 1984.
- <3> S.LELANDAIS Thèse de troisième cycle, Université de Technologie de Compiègne, Avril 1984, à paraître.
- <4> D.ESTOURNET L'Onde Electrique, Vol 49-8, Sept 69
- <5> H.MAITRE "Propriétés statistiques fondamentales des signaux d'image", GRETSI 1977, Nice, pp. 34-1/34-5
- <6> A.ROSENFELD,A.C.KAK "Digital picture processing", Computer Science and Applied Mathematics Academic Press. 1976.
- <7> K.R.CASTLEMAN "Digital image processing", Signal Processing Series, Prentice-Hall, 1979.
- <8> F.SCHMITT "Méthodes de visualisation liées à une base de données d'objets", Premier Colloque Image CESTA, Biarritz, Mai 1984.

ETY	ML1	ML2	MM1	MM2	NTA	NTU	4-CONNEXES	3-CONNEXES
15 - 32	0,57 - 0,72	1,06 - 1,31	0,51 - 1,06	0,67 - 1,90	0,03 % à 0,3 %	0 % à 0,06 %	43 % à 91 %	5 % à 31 %
2-CONNEXES	1-CONNEXES	0-CONNEXES	NFI	ML1	ML2	MM1	MM2	
2 % à 20 %	0,8 % à 4,3 %	0,1 % à 1,1 %	19,3 % à 91 %	0,41 - 0,63	0,77 - 1,23	0,32 - 0,89	0,55 - 1,72	