

# NEUVIEME COLLOQUE SUR LE TRAITEMENT DU SIGNAL ET SES APPLICATIONS

NICE du 16 au 20 MAI 1983

---

TRAITEMENT D'IMAGES SPATIO-TEMPORELLES  
ET SON APPLICATION A LA POURSUITE PAR UNE CAMERA VIDEO

R. NEGRE, R. SAMY  
R. JOLY

CETIA (Toulon) Compagnie de Signaux et d'Entreprises Electriques  
Avenue des freres Lumiere- Z.I. Sainte Claire - 83 160 La Valette du Var

---

## RESUME

Nous présentons une étude comparative de nombreuses techniques de traitements numériques d'images - en allant de simples procédés d'amélioration jusqu'à la segmentation de séquences d'images, étudiées sur un système de traitement d'images en simulation. Certains de ces algorithmes sont utilisés dans un système de poursuite en temps réel. Nous présentons des structures matérielles pour la réalisation d'un écartomètre numérique multimode, mettant en oeuvre les algorithmes de traitement d'images en temps réel, grâce à des structures câblées spécialisées. Nous donnons, enfin, quelques résultats sous forme de photographies, de traitement extrait d'une réalisation d'écartomètre fonctionnant en temps réel.

## SUMMARY

This paper submits a comparison of various digital image processing techniques - ranging from the very simple image enhancement to moving images segmentation studied, by simulation, on a video image processing system. Some of these algorithms are used in a real-time video tracker. Then, we show the realization of this digital real-time multimode video tracker owing to specialised hardware systems. Some results are finally presented in form of video images stemmed from a digital realization.



TRAITEMENT D'IMAGES SPATIO-TEMPORELLES  
ET SON APPLICATION A LA POURSUITE PAR UNE CAMERA VIDEO

## INTRODUCTION

Dans la conception de systèmes utilisant comme capteur une caméra vidéo et destinés à des applications en temps réel : systèmes de poursuite, de veille, de guidage automatique..., on est souvent confronté à deux problèmes majeurs. Le premier réside dans le choix des algorithmes efficaces : rapport des informations fournies sur le temps requis pour sa mise en oeuvre sur une architecture informatique fixée. Quant au second, il repose dans le choix d'une architecture de traitement bien adaptée à la nature du problème envisagé. Après avoir défini les traitements d'amélioration d'images et d'extraction d'attributs exploités en vue de la segmentation, nous présenterons les algorithmes de segmentation qui opèrent sur des images fixes et leurs prolongements spatio-temporels dans le contexte de la poursuite.

Dans une troisième partie, nous proposerons une architecture de traitement rapide permettant d'exploiter la vidéo en temps réel et nous décrirons une maquette d'écartomètre à vidéo numérique exploitant un micro processeur en tranches.

### 1. - PRETRAITEMENTS

Nous présentons ici les résultats d'une étude relative aux différentes techniques d'amélioration d'images.

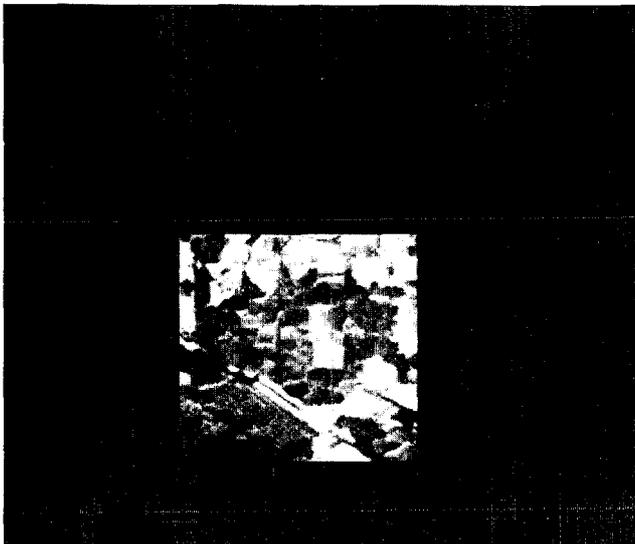
Ces algorithmes d'amélioration d'images peuvent être classés en deux grandes catégories :

- algorithmes améliorant le contraste global de l'image,
- opérateurs de filtrage bidimensionnel.

#### 1.1 - Modification du contraste

Parmi les algorithmes d'amélioration de contraste, nous nous sommes intéressés à l'égalisation d'histogramme en raison de sa simplicité de mise en oeuvre en temps réel (avec une macrocellule spécialisée cf 1).

L'image suivante (de 512 x 512 points codés sur huit éléments binaires) représente une vue à très faible valeur du contraste du village du PRADET (83220). On a augmenté, sur une fenêtre, le contraste par égalisation d'histogramme d'intensité (l'image originale étant sur l'anneau extérieur à la fenêtre).



Image\_1 : Augmentation du contraste par égalisation d'histogramme sur une fenêtre.

#### 1.2 - Amélioration des contours

On peut également distinguer deux grandes classes de techniques d'amélioration de la définition des contours.

Dans la première catégorie de méthodes on utilise des masques de convolution bidimensionnelle représentant la réponse impulsionnelle de filtres passe-haut. Cette méthode accentue les contours, mais elle a comme inconvénient d'augmenter l'effet du bruit (qui est souvent visuellement gênant).

Une autre technique a été proposée par WALLIS [2], elle repose sur une transformation non-linéaire de l'image originale en fonction des statistiques locales :

#### NORMALISATION: ALGORITHME DE WALLIS

$$\bar{F}(i, j) = \frac{1}{N.M} \sum_{k=-N/2}^{N/2} \sum_{l=-M/2}^{M/2} F(i+k, j+l)$$

$$\sigma^2(i, j) = \frac{1}{N.M} \sum_{k=-N/2}^{N/2} \sum_{l=-M/2}^{M/2} [F(i+k, j+l) - \bar{F}(i, j)]^2$$

$$G(i, j) = [F(i, j) - \bar{F}(i, j)] \left[ \frac{A\sigma_d}{A\sigma(i, j) + \sigma_d} \right] + [\alpha m_d + (1 - \alpha) \bar{F}(i, j)]$$

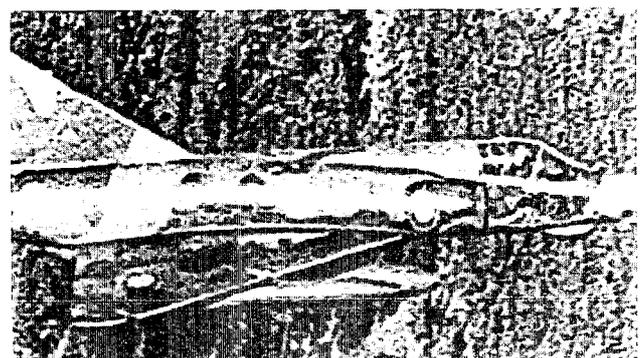
( $m_d, \sigma_d$  : moyenne et variance désirées) ( $\alpha, A$  : paramètres de réglage)

Figure 1

L'image numéro 3 illustre les résultats obtenus avec ce type d'algorithme de normalisation.



Image\_2 : Image originale



Image\_3 : Image améliorée (méthode de WALLIS)

TRAITEMENT D'IMAGES SPATIO-TEMPORELLES  
ET SON APPLICATION A LA POURSUITE PAR UNE CAMERA VIDEO

1.3 - Filtrage bidimensionnel

On peut améliorer la qualité visuelle d'une image dégradée en appliquant à cette dernière un filtre du type passe-bas ou un filtre exploitant la valeur médiane.

$G(i, j) = F(i, j) \otimes H(i, j)$  ( $\otimes$ : convolution)  
 $G(i, j) = \frac{1}{N^2} \sum_{k=-N/2}^{N/2} \sum_{l=-N/2}^{N/2} H(k, l) \cdot F(i+k, j+l)$   
 $\otimes = [H(k, l)]$ : masque de filtrage.

Figure 2

La deuxième méthode se révèle très efficace et a pour avantage de ne pas détériorer les contours.

$G(i, j) = \text{Med}[F(i+k, j+l)]$  ( $(k, l) \in [0, N] \times [0, N]$ )  
 $\text{Med}[F_1(i, j) + F_2(i, j)] \neq \text{Med}[F_1(i, j)] + \text{Med}[F_2(i, j)]$   
 $\text{Med}[k \cdot F(i, j)] = k \cdot \text{Med}[F(i, j)]$

Figure 3

Pour éviter cet inconvénient on peut utiliser une méthode de filtrage adaptatif proposée par J.S. LEE [2].

$Z_{i,j} = x_{i,j} + n_{i,j}$   
 $P(K/Z)$  (estimation MAP)  $\begin{cases} [K] = \bar{x} + \frac{\sqrt{x^2}}{\sqrt{1+\alpha}} [Z_{i,j} - \bar{x}] \\ [K^2] = \frac{\sqrt{x^2} \sqrt{n^2}}{\sqrt{1+\alpha} \sqrt{1+\alpha}} = \frac{\alpha}{1+\alpha} \sqrt{n^2} \quad (\alpha = \frac{\sqrt{x^2}}{\sqrt{n^2}} \text{ S.N.R.}) \end{cases}$   
 $\sigma_L = \frac{\alpha}{1+\alpha} \sqrt{n^2} < \sigma_{PB} = \alpha \sqrt{n^2}$

Figure 4

2. - EXTRACTION D'ATTRIBUTS ET SEGMENTATION

2.1 - Définition des méthodes

L'extraction d'attributs constitue la première étape dans les processus de reconnaissance de formes.

L'étude a été conduite en exploitant quatre opérateurs de détection de contours :



OPERATEUR DE SOBEL (3 X 3)  
 $M_1 = \begin{bmatrix} 1 & 0 & -1 \\ 2 & 0 & -2 \\ 1 & 0 & -1 \end{bmatrix}$   $M_2 = \begin{bmatrix} 1 & 2 & 1 \\ 0 & 2 & 0 \\ -1 & -2 & -1 \end{bmatrix}$   
 $F(i, j) \xrightarrow{M_1} F_1(i, j) \xrightarrow{\text{Norme}} G(i, j) \xrightarrow{S(\text{Seuil})} E(i, j)$   
 $F(i, j) \xrightarrow{M_2} F_2(i, j) \xrightarrow{\text{Norme}} G(i, j) \xrightarrow{S(\text{Seuil})} E(i, j)$

Figure 5

OPERATEUR DE KIRSCH (3 X 3)  
 $M_1 = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} \\ a_{21} & 0 & a_{23} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} \end{bmatrix}$   $M_{i+1} = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} \\ a_{21} & 0 & a_{23} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} \end{bmatrix}$   
 $G(i, j) = \text{MAX}_i [1, \text{MAX}(F(i, j) \otimes M_i)]$   $i = 1, 8$   
 $M_0 = \begin{bmatrix} 5 & 5 & 5 \\ -5 & 0 & 5 \\ -5 & -5 & -5 \end{bmatrix}$

Figure 6

OPERATEUR DE CHEN ET FREI  
 $M_1 = \begin{bmatrix} 1 & 0 & -1 \\ 2 & 0 & -2 \\ 1 & 0 & -1 \end{bmatrix}$   $M_2 = \begin{bmatrix} 1 & 2 & 1 \\ 0 & 2 & 0 \\ -1 & -2 & -1 \end{bmatrix}$  } masques de contour  
 $M_3 = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$   $M_4 = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$  } masques de lignes  
 $M_5 = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$  } masque de filtrage

Figure 7

OPERATEUR DE MOMENT (5 X 5)  
 $M_1 = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 4 & 0 & -4 & 0 \\ 5 & 0 & 0 & 0 & -5 \\ 0 & 4 & 0 & -4 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$   $M_2 = \begin{bmatrix} 0 & 0 & 5 & 0 & 0 \\ 0 & 4 & 0 & -4 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & -4 & 0 & 4 & 0 \\ 0 & 0 & -5 & 0 & 0 \end{bmatrix}$   
 $G_1(i, j) = |M_1 \otimes F(i, j)| + |M_2 \otimes F(i, j)|$   
 $G_2(i, j) = \text{MAX}(|M_1 \otimes F(i, j)|, |M_2 \otimes F(i, j)|)$   
 $G_3(i, j) = \sqrt{(M_1 \otimes F(i, j))^2 + (M_2 \otimes F(i, j))^2}$

Figure 8

Parmi les attributs les plus utilisés en segmentation d'images, nous pouvons citer les contours, les textures, ... etc.

Une autre classe d'attributs souvent utilisée en segmentation est constituée par les mesures de texture. L'extraction de texture est souvent coûteuse en temps de calcul.

2.2 - Segmentation en poursuite télévision

En poursuite télévision on cherche à localiser une cible à travers une séquence d'images. La cible peut être décrite soit par la répartition en intensité ou par sa forme ou encore par sa vitesse de défilement.

Dans le premier cas, il existe deux grandes classes de méthodes qui donnent des résultats satisfaisants dans certaines configuration de poursuite.

En effet, quand la cible est représentée par un nombre peu élevé de pixels il est possible de la localiser à partir du maximum du gradient calculé sur une fenêtre réduite.

Quand la cible a une surface apparente plus grande, on peut extraire cette dernière à partir de la différence de répartition en intensité entre la cible et son voisinage immédiat.

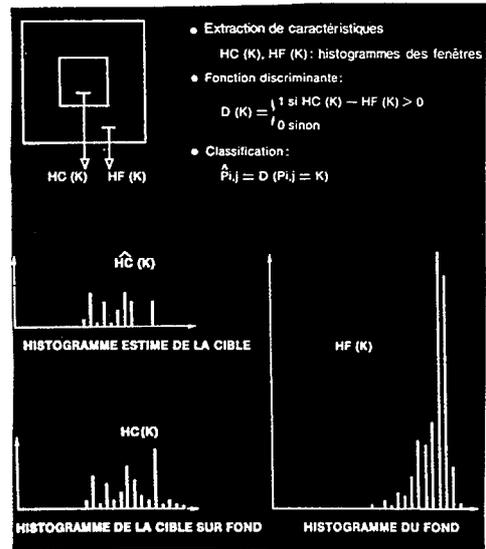
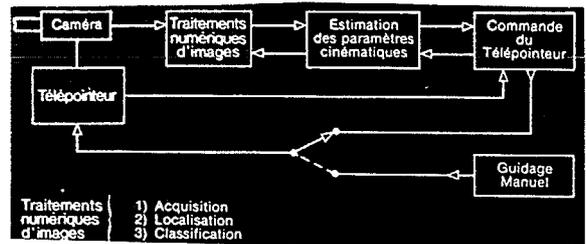


Figure 9 : Algorithme de détection de cible par histogramme.

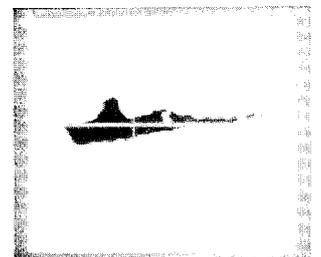


Image 4 : Détection de cible par différence d'histogrammes.



TRAITEMENT D'IMAGES SPATIO-TEMPORELLES  
 ET SON APPLICATION A LA POURSUITE PAR UNE CAMERA VIDEO

A partir de l'image binaire de la cible, la localisation peut être effectuée en calculant le barycentre ou par corrélation binaire, etc...

Figure 10

Moments d'une image:

$$m_{p,q} = \sum \sum (x-\bar{x})^p (y-\bar{y})^q f(x,y)$$

$$\left[ \begin{matrix} \bar{x} = \frac{m_{1,0}}{m_{0,0}} \\ \bar{y} = \frac{m_{0,1}}{m_{0,0}} \end{matrix} \right] : \text{Barycentre}$$

$$(\sigma_x^2 = \frac{m_{2,0}}{m_{0,0}} - \bar{x}^2, \sigma_y^2 = \frac{m_{0,2}}{m_{0,0}} - \bar{y}^2) : \text{Variances spatiales}$$

$$\theta = \text{Arctg} \left[ \frac{\sigma_y}{\sigma_x} \right] : \text{Orientation}$$



Image 5: Cible détectée par histogramme localisée par calcul de barycentre.

Figure 11

**(CORRELATION BINAIRE)**

$$C_{r,s} = \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^M R_{i+r-1, j+s-1} \oplus P_{i,j}$$

MIN (C<sub>r,s</sub>) ⇒ (r<sub>0</sub>, s<sub>0</sub>)     R<sub>i,j</sub> : Image de référence  
 (r, s) ∈ [1, n] x [1, m]     P<sub>i,j</sub> : image à traiter

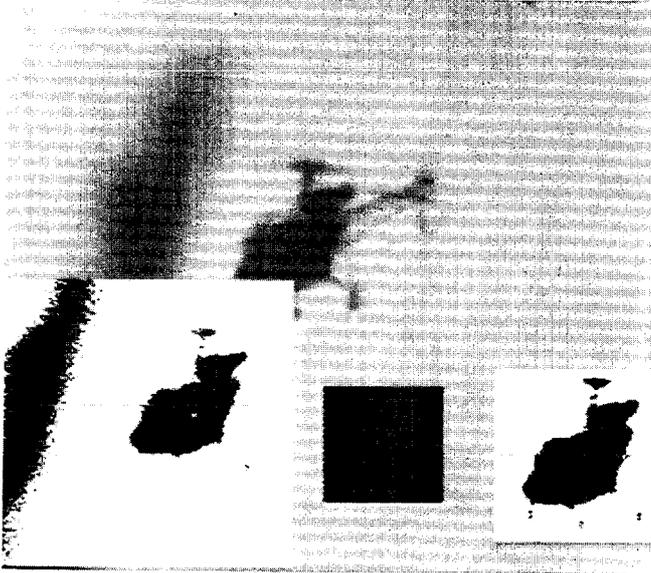


Image 6: Comparaison entre la localisation de cible par barycentre (+) et par corrélation binaire (□).

Pour augmenter la robustesse d'un tel algorithme nous sommes amenés à introduire un filtrage temporel des histogrammes:

Figure 12

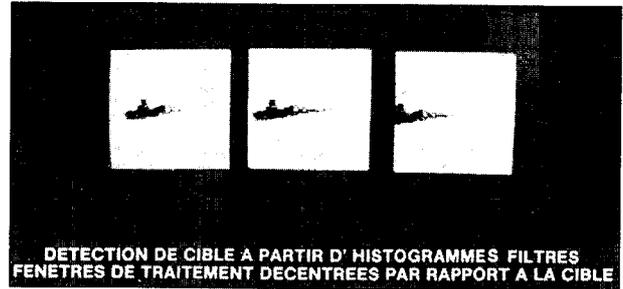
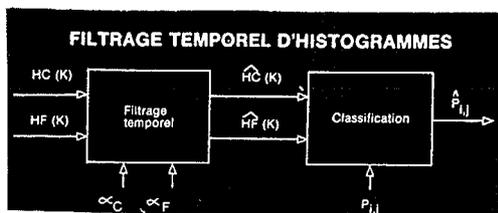


Image 7: Détection de cible

On peut également analyser l'effet d'un filtrage passe-bas (masque 3x3) sur la détection.

On obtient alors une forme plus compacte de la cible détectée ce qui facilite sa localisation et une éventuelle reconnaissance de forme.

On peut montrer que l'algorithme de détection précédé du filtrage passe-bas est un cas simplifié de l'algorithme de segmentation basée sur la relaxation [4]:

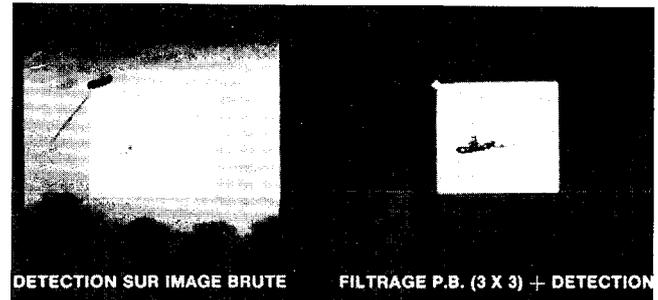


Image 8: Détection de cible précédée d'un filtrage Passe-Bas (3x3).

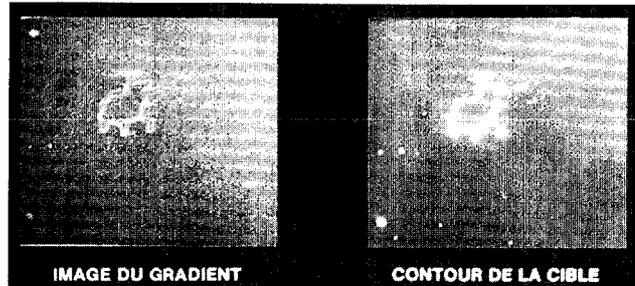
**DETECTION PAR TRAITEMENT SPATIO-TEMPOREL**

$$f(x, y, t + dt) = f(x, y, t) + \frac{\delta f}{\delta x} dx + \frac{\delta f}{\delta y} dy + \frac{\delta f}{\delta t} dt$$

$$f(x, y, t + dt) \approx f(x, y, t) \Rightarrow \nabla \cdot \text{grad} f + \frac{\delta f}{\delta t} = 0$$

Figure 13

Un algorithme de segmentation spatio-temporel utilise des relations entre la vitesse apparente du mobile et le gradient spatial [5]:



Après une étude comparative succincte des algorithmes généraux de traitements d'images, l'étude a été limitée aux traitements qui peuvent être exploités dans le cadre du problème de la poursuite télévision en temps réel. Ces traitements, présentés dans le paragraphe 3, doivent bien entendu, posséder les qualités qui permettent de réaliser sans difficultés une implémentation: simplicité de l'algorithme, efficacité, robustesse, etc...

TRAITEMENT D'IMAGES SPATIO-TEMPORELLES  
ET SON APPLICATION A LA POURSUITE PAR UNE CAMERA VIDEO

3. - APPLICATION DES METHODES DE TRAITEMENT D'IMAGE  
AUX SYSTEMES DE POURSUITE - ECARTOMETRIE TELE-  
VISION NUMERISEE - ARCHITECTURES - EXEMPLES.

3.1 - Systèmes de poursuite

On rappelle brièvement dans ce paragraphe les éléments constituant un système de poursuite. Le système de poursuite est un dispositif permettant de suivre les évolutions d'un mobile et de déterminer les éléments de cinématique de ce mobile.

De nombreux domaines d'application conduisent à mettre en oeuvre des dispositifs de poursuite automatique de mobile : robotique, dispositifs militaires, guidage, etc...

D'une manière générale, les systèmes de poursuite sont constitués d'un ensemble de matériels fonctionnellement distincts :

- les senseurs : Ils sont de type très variés et permettent de mesurer des grandeurs physiques qui sont souvent de nature très différente. On peut envisager par exemple :
- les radars : - écartométries  
- télémétrie (distance et vitesses radiales).
- les télémètres lasers : Distance.

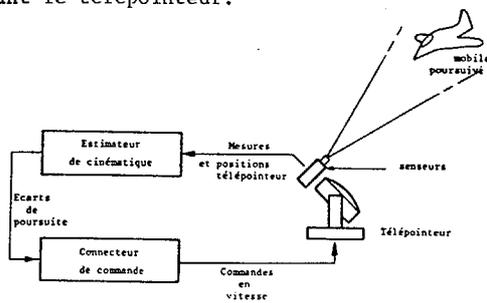
Le télémètre laser donne une information relativement précise et peu bruitée.

\* les senseurs infrarouge et en particulier les écartomètres infrarouge : Les senseurs infrarouge peuvent donner soit un "écho" (maximum d'émissivité ou minimum d'émissivité), soit une image infrarouge analysable et interprétable par un système numérique ou analogique. Ils conduisent en mode poursuite à des mesures relativement peu bruitées.

\* Les senseurs télévision : image TV analysable par traitement d'image. La qualité des résultats dépend de l'algorithme de traitement d'image. Les senseurs TV donnent des informations très peu bruitées. L'écartomètre est un senseur TV associé à un système de traitement d'images en "temps réel".

- \* Le télépointeur : C'est l'élément mobile du système de poursuite. Il supporte les senseurs et est piloté pour suivre le mobile poursuivi.
- correcteur de commande et estimateur de cinématique

Ils interviennent bien entendu également dans la chaîne de poursuite. La synthèse des algorithmes correspondants fait intervenir, outre les spécifications opérationnelles de la boucle et du système, les caractéristiques des perturbations qui entachent les mesures ou les représentations statistiques des mouvements de la plateforme supportant le télépointeur.



3.2 - Ecartométrie télévision numérisée

3.2.1 - Traitement d'image en temps réel

Le traitement d'une vidéo TV en temps réel est un problème difficile comme le montrent les chiffres présentés ci-dessous.

On considère le standard vidéo CCIR 625 lignes à double balayage entrelacé. Si l'on veut numériser le signal vidéo en respectant le théorème de Shannon (la bande spectrale d'un signal vidéo standard est de l'ordre de 5 Mhz), la numérisation s'effectue à une fréquence d'échantillonnage de 10 Mhz. Cet échantillonnage permet d'obtenir une image sur 512 x 512 éléments ("pixels").

Le rapport signal à bruit du signal vidéo analogique est de l'ordre de 40 dB. Pour conserver ce rapport il est donc théoriquement nécessaire de coder chaque élément sur 6,5 bits. On adopte en général un codage sur 8 bits.

Une image TV numérisée représente donc 512 x 512 x 8 bits, c'est-à-dire 256 koctets toutes les 40 ms. Le débit moyen est donc de  $6,4 \cdot 10^6$  octets par seconde.

Le traitement numérique d'un tel débit de données dans l'état actuel de la technologie est impossible sur une machine programmable classique. Rappelons que les microprocesseurs classiques ont des débits de l'ordre de 1 Mopérations par seconde.

Il est donc nécessaire de restreindre le débit de données. Ceci est possible en limitant la surface de traitement à une fenêtre incluse dans l'image TV.

Pour une fenêtre de 10.000 points, le débit est alors de l'ordre de 250 K octets par seconde. Certains traitements élémentaires pourront alors être mis en oeuvre sur des machines spécialisées (à base de microprocesseurs en tranches par exemple). Pour une fenêtre de 10.000 points, le temps disponible par point élémentaire est de 4 µs environ. Les machines en tranches peuvent effectuer dans ce laps de temps équivalent d'une vingtaine d'opérations séquentielles de type arithmétique ou logique.

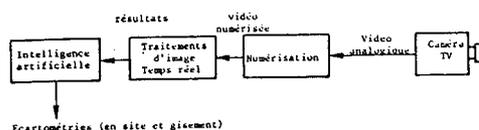
3.2.2 - Ecartomètre numérique

Un écartomètre télévision est un senseur "intelligent" puisque l'information issue de la caméra de télévision est une représentation de la scène de poursuite alors que l'écartomètre fournit des écarts de la cible par rapport à une référence de l'image TV (centre) ou écartométries.

En effet, la fonction écartométrie peut s'intégrer de manière complète aux autres éléments de la boucle de poursuite en considérant d'autres sources d'informations que l'image TV elle-même et par exemple les sorties de l'estimateur de cinématique ou des informations en provenance d'autres types d'écartomètres ou de télémètres.

Nous nous limiterons dans ce qui suit à l'analyse des problèmes posés par les écartomètres "autonomes" c'est-à-dire aux appareils qui ne reçoivent que le signal vidéo comme information d'entrée.

Le schéma synoptique d'un écartomètre numérique est décrit dans la figure suivante :





TRAITEMENT D'IMAGES SPATIO-TEMPORELLES  
ET SON APPLICATION A LA POURSUITE PAR UNE CAMERA VIDEO

On regroupe sous le terme d'intelligence artificielle, les traitements de nature décisionnelle qui caractérisent la qualité et la robustesse des résultats issus des algorithmes de traitement d'image en temps réel.

3.23 - Algorithmes de traitement d'image applicables à l'écartométrie

Les qualités des algorithmes de traitement d'image applicables au problème de l'écartométrie TV doivent être les suivantes :

- rapidité d'exécution
- facilité de mise en oeuvre sur calculateur numérique ou sur opérateurs spécialisés
- robustesse et fiabilité des résultats
- faible sensibilité au bruit vidéo.

Parmi tous les algorithmes décrits dans les deux premiers paragraphes nous retiendrons les algorithmes spatio-temporels suivants :

- algorithmes basés sur la détection de contraste, (calcul de gradient spatial)
- algorithmes permettant de déterminer le maximum de similitude dans une suite d'image (différence d'image, corrélation, pseudo-corrélation)
- algorithmes caractérisant les répartitions statistiques de la cible estimée et du fond estimé.

a) - Détection de contraste

Nous avons choisi des algorithmes convoluant un masque de dimensions 3x3 avec l'image numérisé originale. Les méthodes de type PREWITT ou SOBEL sont aisément réalisables en temps réel sur un opérateur spécialisé. [2]

c.f. 2.1.

b) - Algorithmes de similitude [7]

Si  $R(i,j)$  est une fenêtre de référence de dimension  $N \times M$  contenant l'image de la cible et  $I(i,j)$  est l'image à traiter, le maximum de similitude est atteint en exploitant les différentes normes suivantes :

- Similitude (norme L1)

$$S_1(s,t) = \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^M |I(i+s, j+t) - R(i,j)|$$

Le maximum de similitude est atteint lorsque  $S_1(s,t)$  est minimum sans effectuer aucune normalisation. Si on veut conserver temporellement la continuité des valeurs de similitude, il sera nécessaire de normaliser par une valeur homogène de type moyenne des valeurs dans  $R(i,j)$  par exemple.

- Différence de carré (norme L2)

$$S_2(s,t) = \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^M [I(i+s, j+t) - R(i,j)]^2$$

Le maximum de similitude est atteint lorsque  $S_2(s,t)$  est minimum. La normalisation peut s'effectuer avec  $\sum_{ij} R^2(i,j)$  par exemple.

- Corrélation exacte

$$S_3(s,t) = \frac{\sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^M R(i,j) I(i+s, j+t)}{\sqrt{\sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^M R^2(i,j) \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^M I^2(i+s, j+t)}}$$

Le terme du dénominateur est ici indispensable pour que le maximum de  $S_3(s,t)$  corresponde au maximum de similitude. Il représente les énergies respectives de  $R(i,j)$  et  $I(i+s, j+t)$ .

- Corrélation centrée

$$S_4(s,t) = \frac{\sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^M (I(i+s, j+t) - \hat{I}) (R(i,j) - \hat{R})}{\sqrt{\sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^M (I(i+s, j+t) - \hat{I})^2 \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^M (R(i,j) - \hat{R})^2}}$$

où  $\hat{I}$  = valeur moyenne de  $I(i+s, j+t)$

$\hat{R}$  = valeur moyenne de  $R(i,j)$

On retranche aux valeurs des fenêtres leur valeur moyenne, ceci pour centrer le signal. Ceci permet également d'éliminer les zones constantes importantes de la fenêtre de référence. La normalisation par le dénominateur est indispensable.

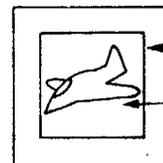
c) Algorithmes de caractérisation statistique des répartitions en intensité de la cible et du fond

Le principe de l'algorithme proposé par GILBERT et AL [3] est basé sur l'analyse statistique des distributions d'intensité de la cible et du fond qu'il faut estimer.

On cherche donc à caractériser les intensités ou la cible et ceux de son voisinage immédiat en supposant que ces deux répartitions ont des caractéristiques différentes.

Ce problème peut se résoudre en calculant des histogrammes dans des fenêtres concernant cible et fond.

cf.2.2



3.24 - Architecture des dispositifs de traitement - Mise en oeuvre de l'écartométrie

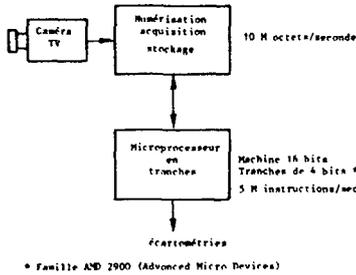
On propose dans ce paragraphe quelques architectures de traitement permettant de mettre en oeuvre les algorithmes décrits dans le cas :

- d'un dispositif à base de microprocesseur en tranches
- d'un dispositif à base d'opérateurs cablés associés à un microprocesseur monolithique classique.

a) - Structure à microprocesseur en tranches [6]

TRAITEMENT D'IMAGES SPATIO-TEMPORELLES  
ET SON APPLICATION A LA POURSUITE PAR UNE CAMERA VIDEO

Synoptique de l'ensemble :

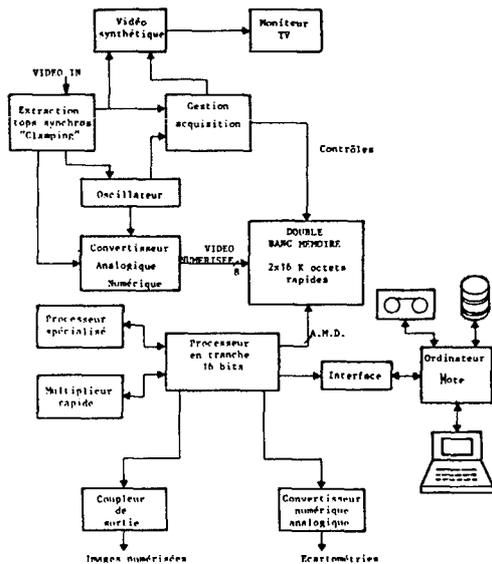


Algorithmes mis en oeuvre

- Seuillage (critères Bayesiens)
- Histogrammes
- Contraste (Prewitt)

Fenêtre traitée  $10^4$  points (histogrammes), 4000 points (gradient).

Schéma de principe de l'écartomètre



La structure décrite dans la figure précédente est de type hiérarchisée et modulaire.

Les cartes d'acquisition numérisent la vidéo et alimentent les opérateurs câblés via un bus spécialisé qui véhicule la vidéo numérisée (10 M octets/sec.).

Les opérateurs câblés sont paramétrés par le microprocesseur quant aux dimensions et pas d'échantillonnage des fenêtres traitées. Ils travaillent en parallèle et transmettent leurs résultats au microprocesseur. Les opérateurs câblés ont les performances suivantes :

- Opérateur de gradient : environ 4 ms pour calculer le gradient d'une fenêtre de 4000 points
- Opérateur de corrélation : environ 6,4 ms pour corréler une fenêtre 16 x 16 avec une fenêtre 32 x 32
- Opérateur d'histogrammes : environ 6 ms pour traiter 10.000 points.

La liaison entre opérateurs câblés et microprocesseurs est de type "bus local" : elle est plus générale que le bus image mais moins rapide.

Le microprocesseur se charge des opérations de gestion et décision pour envoyer ses contrôles, paramètres résultats et écartométries au bus global système.

L'opérateur contrôle la poursuite grâce à un pupitre relié au microprocesseur.

3.25 - Résultats

Les photographies présentées ci-dessous ont été prises sur la console système d'une maquette réalisée à base de microprocesseur en tranches fonctionnant en temps réel.

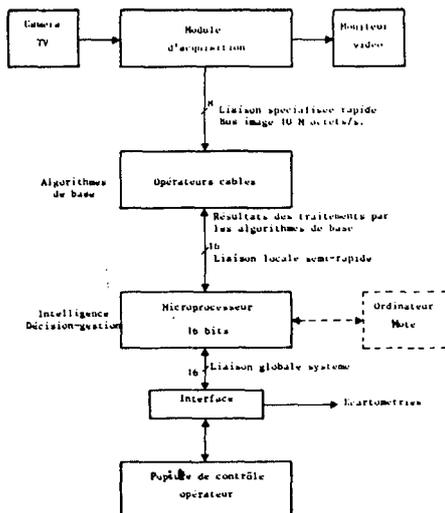
Les traitements visualisés sont des calculs de gradient : La croix matérialise le maximum du gradient (photographies N° 1 et 2).

Photographie N° 1



b) - Structure à base d'opérateurs câblés associés à un microprocesseur 16 bits

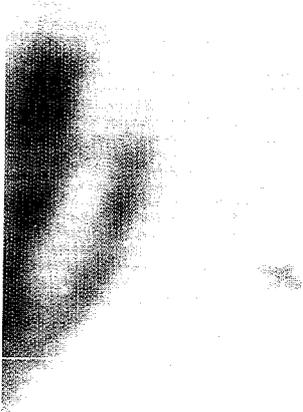
Synoptique de l'ensemble



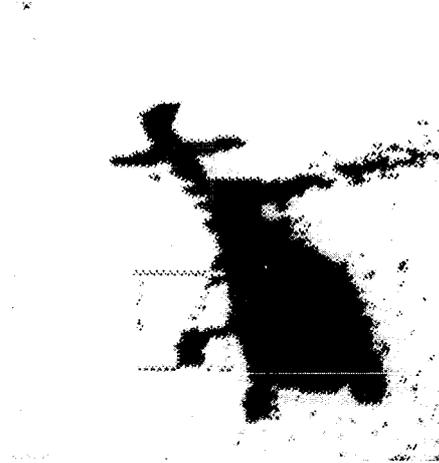


TRAITEMENT D'IMAGES SPATIO-TEMPORELLES  
ET SON APPLICATION A LA POURSUITE PAR UNE CAMERA VIDEO

Photographie N° 2



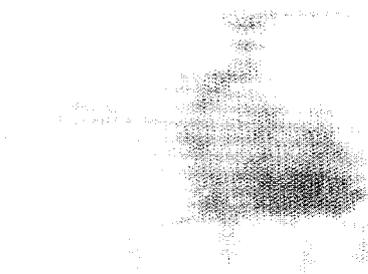
Photographie N° 5



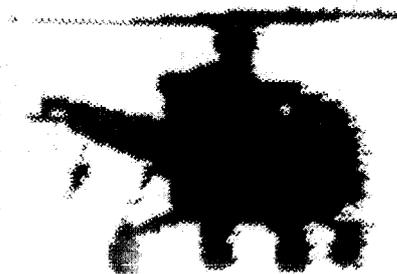
Les traitements d'histogramme donnent les résultats suivants :

- Photographie N° 3 image originale
- Photographie N° 4 = photographie N° 3 traitée
- Photographie N° 5 = photographie N° 1 traitée

Photographie N° 3



Photographie N° 4



REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- 1 - R.E. WOODS, R.C. GONZALEZ : " Real-Time Digital Image Enhancement" - Proc. IEEE -Vol 69. N° 5 May 1981 -pp. 643 -654.
- 2 - W.K. PRATT : "Digital Image Processing". J.WILEY -New York - 1978.
- 3 - A.L. GILBERT et al : " A real-Time Video Tracking System " - IEEE Trans. on PAMI- Vol PAMI-2 - N° 1 - 1980, pp. 47-56.
- 4 - O.D. FAUGERAS , M. BERTHOD : " Improving Consistency and Reducing Ambiguity in Stochastic Labeling : An Optimization Approach." IEEE Trans. on PAMI - Vol. PAMI-3. 1981.
- 5 - J.K. AGRAWAL et al. " Motion and Image Differen-cing." PRIP 81 pp. 211-216.
- 6 - C. BRIE , R. GERBER " Les microprocesseurs en tranches ". Technique et Documentation.1979- 246 p.
- 7 - J.S. BOLAND "Design of a Correlator for Real-Time Video Comparisons." IEEE Trans. on Aerospace and Electronic Systems. Vol AES-15- N° 1 -1979 -pp.11-19.

REMERCIEMENTS

Nous tenons à remercier Monsieur C. BOZZO, Directeur Scientifique de la CSEE, pour l'aide précieuse qu'il a bien voulu nous apporter au plan technique, ainsi que pour les conseils qu'il nous a prodigués pour la rédaction de cette publication.