

①9 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
PARIS

①1 N° de publication : **2 633 747**
(à n'utiliser que pour les
commandes de reproduction)

②1 N° d'enregistrement national : **88 08924**

⑤1 Int Cl⁸ : G 06 F 15/70 // F 41 J 7/22.

⑫ **DEMANDE DE BREVET D'INVENTION**

A1

②2 Date de dépôt : 1^{er} juillet 1988.

③0 Priorité :

④3 Date de la mise à disposition du public de la
demande : BOPI « Brevets » n° 1 du 5 janvier 1990.

⑥0 Références à d'autres documents nationaux appa-
rentés :

⑦1 Demandeur(s) : SAT, Société anonyme de Télécommuni-
cations. — FR.

⑦2 Inventeur(s) : Jean-Christophe Olivier Hamm ; Denis
François Platter.

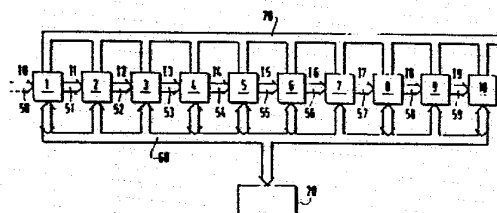
⑦3 Titulaire(s) :

⑦4 Mandataire(s) : Cabinet Bloch.

⑤4 Système adaptatif de traitement d'image.

⑤7 L'image à traiter est mémorisée dans un circuit de mémo-
risation 1. Des circuits de modification 2, 3, 7, 9 et des circuits
4, 5, 6, 8, 10 de détermination de grandeurs caractéristiques
de l'image à traiter sont disposés en cascade pour former une
unique chaîne. Un microprocesseur 20 commande plusieurs
passages successifs de l'image dans la chaîne, en réglant les
circuits de modification 2, 3, 7, 9 et de détermination 4, 5, 6,
8, 10 en fonction des passages précédents. L'image est lue
sous forme d'un vecteur de pixels, et traitée à la volée par
chacun des circuits.

L'invention s'applique à la détection d'une cible dans une
image bruitée, par exemple.



FR 2 633 747 - A1

D

5

La présente invention a pour objet un système adaptatif de traitement d'image comprenant :

- une chaîne de moyens réglables de modification de l'image à traiter,
- 10 - une pluralité de moyens de détermination de grandeurs caractéristiques de l'image à traiter, et,
- des moyens pour, en réponse aux résultats en sortie des moyens de détermination, régler les moyens de modification afin que le traitement soit adapté aux dites grandeurs
- 15 caractéristiques.

Un tel système peut s'appliquer à toute sorte de traitement d'image, et plus particulièrement à la détermination de la

20 position d'une cible contrastée dans une image bruitée, par exemple une image infra-rouge.

On connaît déjà de tels systèmes dans lequel la chaîne des

25 moyens de modification comprend un circuit formant masque suivi d'un circuit formant seuil, par exemple. Les moyens de détermination de grandeurs caractéristiques comprennent un circuit de calcul de barycentre, relié à la sortie de la chaîne, et un circuit de calcul de statistiques recevant le

30 signal vidéo représentatif de l'image à traiter, reçu également par le circuit formant masque. Les moyens de réglage comprennent un microprocesseur agencé pour, en réponse aux résultats en sortie du circuit de calcul de statistiques, régler le circuit formant masque et le

35 circuit formant seuil de façon adaptée aux caractéristiques statistiques de l'image, de façon à ce que les résultats en sortie du circuit de calcul du barycentre représentent, par

exemple, les coordonnées d'une éventuelle cible contrastée avec une erreur aussi faible que possible.

5 Un tel système a pour inconvénient principal sa structure figée, qui fait que, si, dans un cas pratique, l'on s'aperçoit qu'il est nécessaire, pour parvenir à un meilleur résultat, d'effectuer une modification d'un type nouveau, ou de calculer une grandeur caractéristique d'un
10 type nouveau il est nécessaire de modifier toute la structure du système, ce qui est long et coûteux. Ceci est un inconvénient important, surtout dans un domaine comme le traitement d'image ou, dans une situation donnée, les tâtonnements expérimentaux sont nombreux avant de parvenir
15 à un résultat satisfaisant. De plus, lorsqu'un tel système tombe en panne, il est très difficile de localiser le circuit défectueux du fait de la structure complexe du système, et des interactions des différents circuits les uns sur les autres.

20

La présente invention vise à pallier les inconvénients précédents.

25

A cet effet, elle a pour objet un système du type défini ci-dessus, caractérisé par le fait que :

30 - les sorties vidéo respectives des moyens de modification sont toutes identiques,

- les entrées vidéo respectives des moyens de modification et des dits moyens de détermination sont toutes identiques, chacune d'entre elles pouvant recevoir le signal d'une
35 sortie vidéo quelconque,

- chacun des dits moyens de détermination est réglable, et pourvu d'une sortie vidéo identique aux précédentes

- 3 -

délivrant un signal vidéo identique à celui reçu sur son entrée vidéo,

5 - chacun des moyens de détermination est inséré dans ladite chaîne,

- il est prévu, à l'entrée de ladite chaîne, des moyens pour mémoriser l'image à traiter, et,

10 - les moyens de réglage sont agencés pour commander plusieurs passages successifs de l'image à traiter dans ladite chaîne, et pour régler, à chaque passage, les moyens de modification et les moyens de détermination en réponse aux résultats déterminés par les moyens de détermination au
15 cours des passages précédents.

Dans le système de l'invention, du fait que les moyens de détermination sont pourvus d'une sortie vidéo, et du fait
20 que toutes les entrées vidéo et toutes les sorties vidéo sont compatibles, la structure du système, en forme d'une unique chaîne, est très simple et permet d'ajouter, ou de supprimer, un circuit sans remettre en cause l'architecture du système. De plus, grâce aux moyens de mémorisation et
25 aux plusieurs passages successifs de l'image dans la chaîne, la simplicité de la structure est sans contrepartie sur la complexité des traitements susceptibles d'être effectués par le système.

30 Avantageusement, les moyens de réglage et les moyens de mémorisation sont agencés pour que l'image soit lue sous forme d'une succession de pixels, et les moyens de modification et les moyens de détermination sont prévus
35 pour, lors de chaque passage, traiter à la volée la succession de pixels représentant l'image.

Alors, la rapidité du système est compatible avec un traitement, en temps réel, d'images animées.

5 Avantageusement encore, il est prévu, sur chacun des moyens de modification et des moyens de détermination une deuxième sortie vidéo, délivrant un signal vidéo identique à celui de ladite première sortie vidéo, raccordé à un bus vidéo unique.

10

Alors, la détermination des éléments défaillants en cas de panne est particulièrement simple.

15

La présente invention sera mieux comprise grâce à la description suivante de deux formes de réalisation du système de l'invention, faite en se référant aux dessins annexés, sur lesquels

20

- la figure 1 représente un système pour l'acquisition d'une cible par un missile;

25

- la figure 2 représente un système pour la poursuite d'une cible par un missile, et,

- la figure 3 représente un système pour l'acquisition et la poursuite d'une cible par un missile.

30

En se référant à la figure 1, un système d'acquisition d'une cible contrastée dans une image est maintenant décrit.

35

L'image dont il s'agit ici est une image infra-rouge obtenue en sortie de la tête d'analyse d'un autodirecteur monté sur un missile, et la cible est par exemple un avion,

qui, à cause de sa température beaucoup plus élevée que le fond de ciel sur lequel il se trouve, apparaît, de façon contrastée sur l'image infra-rouge.

5

Par acquisition, on entend la détermination de la position de la cible dans l'image, étant entendu que, à priori, la position de cette cible est quelconque. Comme cela est bien connu de l'homme de métier, la phase d'acquisition est la phase au cours de laquelle le missile recherche sa cible. A cet effet, la tête d'analyse infra-rouge est commandée pour balayer le champ le plus large possible. Dès que l'acquisition a eu lieu, c'est-à-dire dès que la cible a été détectée et sa position déterminée, le missile passe en phase de poursuite, au cours de laquelle les gouvernes sont commandées pour que la cible apparaisse au centre du champ et y reste, l'amplitude du balayage de la tête d'analyse étant alors sensiblement réduite. Un système de poursuite sera décrit en référence à la figure 2.

20

Le système d'acquisition de la figure 1 comprend, disposés en cascade à la sortie de la tête d'analyse non représentée car classique, un circuit de mémorisation 1, un circuit 4 de détection des maxima locaux, un circuit 5 de calcul de statistiques, un circuit de filtrage 7, un circuit 9 de comparaison au bruit de fond, et un circuit 10 de mémorisation d'alarmes.

30

Le circuit de mémorisation 1 est pourvu d'une entrée vidéo numérique sur laquelle il reçoit, en provenance de la tête d'analyse, un signal vidéo numérique 10, supporté par un bus 50, et comprenant une suite de mots d'ici 12 bits, associés à des signaux d'horloge, de synchronisation et de validation connus de l'homme de métier. Chacun de ces mots représente un pixel de l'image infra-rouge, et résulte de la conversion analogique-numérique du signal analogique

35

représentant l'intensité du rayonnement infra-rouge mesurée pour ce pixel, éventuellement corrigée pour tenir compte des défauts de la tête d'analyse.

5

Le circuit de mémorisation 1 est pourvu d'une sortie vidéo numérique qui délivre un signal I1, comprenant, comme le signal I0, une suite de mots de 12 bits représentant chacun un pixel, associés à un signal d'horloge, un signal de validation et un signal de synchronisation. Le signal I1 est supporté par un bus 51, qui comprend ici 19 conducteurs répartis comme suit : un pour chacun des 12 bits représentatifs du pixel, un pour le signal d'horloge, un pour le signal de validation, un pour le signal de synchronisation, et quatre non utilisés.

Le circuit 4 de détection des maxima locaux est pourvu d'une entrée vidéo numérique, recevant le signal I1, et d'une sortie vidéo numérique délivrant un signal I4, supporté par un bus 54 identique au bus 51.

De même, le circuit 5 de calcul de statistiques, le circuit de filtrage 7, et le circuit 9 de comparaison au bruit de fond sont pourvus chacun d'une entrée vidéo numérique recevant respectivement le signal I4, un signal I5 et un signal I7, et chacun d'une sortie vidéo numérique délivrant respectivement les signaux I5, I7, et un signal I9. Les signaux I5, I7, et I9 sont supportés respectivement par des bus 55, 57 et 59, identiques aux bus 51 et 54.

Enfin, le circuit 10 de mémorisation d'alarmes est pourvu d'une entrée vidéo numérique recevant le signal I9.

- 7 -

Ainsi, les sorties vidéo numériques des circuits 1, 4, 5, 7 et 9 sont toutes identiques, ainsi que les entrées vidéo numériques des circuits 4, 5, 7, 9 et 10, et chacune de ces entrées pourrait donc recevoir le signal délivré par chacune de ces sorties.

Comme cela apparaît sur la figure 1, chacun des circuits 1, 4, 5, 7, 9 et 10 est pourvu d'un accès relié à un microprocesseur 20 par l'intermédiaire d'un bus bidirectionnel 60.

Comme cela sera mieux compris dans la suite, chaque circuit 1, 4, 5, 7, 9 et 10 agit sur l'image qu'il reçoit soit pour la modifier, soit pour déterminer une ou plusieurs grandeurs caractéristiques de cette image. A cet effet, chacun de ces circuits reçoit sur l'accès qui le relie au bus 60, des données de reconfiguration, c'est-à-dire de réglage des tâches qu'il doit effectuer sur le signal vidéo qui le traverse. Lorsque ces tâches sont effectuées, des données représentant le ou les résultats de ces tâches sont disponibles sur le même accès, où elles sont lues par le microprocesseur 20.

Chacun des circuits 1, 4, 5, 7, 9 et 10 est pourvu d'une sortie vidéo numérique supplémentaire, délivrant un signal identique à celui délivré sur la sortie vidéo numérique précédemment définie, reliée à un bus 70. Comme cela sera mieux compris dans la suite, ce bus, dit bus d'essai, n'est pas utilisé en fonctionnement normal, mais permet en cas de mauvais fonctionnement du système, par exemple, de déterminer quel est le circuit défaillant.

Ainsi il apparaît que les circuits 1, 4, 5, 7, 9 et 10 sont disposés de façon à former une chaîne unique, dans laquelle

peut passer, sous forme des signaux I1, I4, I5, I7, et I9, successivement, une image à traiter mémorisée dans le circuit de mémorisation 1, pour y être modifiée et pour que soient déterminées certaines des grandeurs caractéristiques de cette image, sous les ordres du microprocesseur 20.

Avant d'aborder le fonctionnement détaillé du système, chacun des circuits 1, 4, 5, 7, 9 et 10 est maintenant décrit.

Le circuit de mémorisation 1 a pour fonction principale la mémorisation de l'image infra-rouge en sortie de la tête d'analyse. De plus, il autorise le changement de rythme entre l'écriture des pixels numérisés du signal I0, et la lecture de ceux du signal I1. En effet, le rythme d'écriture est ici sensiblement de 1 μ s par pixel, alors que, comme cela sera mieux compris dans la suite, le rythme de lecture est sensiblement dix fois plus rapide, c'est-à-dire de 100 ns par pixel.

Par ailleurs, les pixels de l'image à mémoriser étant organisés, de façon connue, en lignes et en colonnes, le circuit de mémorisation permet l'écriture et la lecture des pixels, au choix, ligne par ligne, ou colonne par colonne, de droite à gauche ou inversement, et de haut en bas ou inversement. Cette caractéristique permet, par exemple, d'adapter les sens de lecture ou d'écriture au sens de balayage de la tête d'analyse, sens de balayage qui est souvent inversé d'une image à la suivante. De cette façon, le signal I1 correspond toujours à la même disposition de l'image de la cible, et non à une disposition inversée d'une image à la suivante, ce qui permet un gain de temps sur les traitements ultérieurs. Le choix des types et sens de lecture ou d'écriture est fait par le microprocesseur 20, par l'intermédiaire du bus 60.

Enfin, le circuit de mémorisation 1 permet la lecture des pixels dans une portion seulement de l'image mémorisée, portion définie par le rang de sa première ligne et de sa première colonne et le nombre de ses lignes et de ses colonnes, et appelée dans la suite "sous-image". Ceci permet, comme cela sera mieux compris dans la suite, un gain de temps pour certains traitements. Le choix de la sous-image est fait par le microprocesseur 20, par l'intermédiaire du bus 60.

10

Le circuit de mémorisation 1 comprend ici deux mémoires identiques de type RAM, permettant chacune la mémorisation d'une image de 512 x 512 pixels, et tous les circuits nécessaires pour l'adressage de ces mémoires, tel que cet adressage vient d'être décrit. Comme les pixels du signal I₀ arrivent de façon continue, et que l'on souhaite effectuer, dans la chaîne, un traitement en temps réel le plus rapide possible, chacune des deux mémoires est alternativement utilisée en lecture et en écriture, le signal I₀ étant inscrit dans l'une tandis que l'autre est lue pour engendrer le signal I₁. La conception d'un circuit comprenant les deux mémoires ci-dessus et des circuits d'adressage, agencés pour fonctionner comme cela vient d'être décrit, est à la portée de l'homme de métier et le circuit 1 ne sera donc pas davantage décrit.

Le circuit 4 de détection des maxima locaux est agencé pour comparer l'intensité de chaque pixel du signal I₁ à l'intensité de chacun des huit pixels les plus proches de ce pixel sur l'image infra-rouge, et pour délivrer un signal I₄ identique au signal I₁, à un temps de retard près. Le circuit 4 calcule chacune des huit différences d'intensité entre ce pixel et ses huit voisins. Si ces huit différences sont toutes supérieures à un seuil, le pixel est considéré comme étant un maximum local. La valeur du seuil est réglée par le microprocesseur 20, par

l'intermédiaire du bus 60. Les coordonnées de ce maximum local sont des grandeurs caractéristiques de l'image infra-rouge, déterminées par le circuit 4 de détection des maxima locaux. Ces coordonnées peuvent être transmises au
5 microprocesseur 20 afin que celui-ci les stocke en vue d'une utilisation ultérieure. Toutefois, comme quatre conducteurs du bus 54 sont inutilisés, il est également possible, et équivalent, d'utiliser l'un de ces conducteurs comme indicateur de maximum local, pour transmettre les
10 résultats déterminés par le circuit 4 en aval de celui-ci. A cet effet, le circuit 4 est agencé pour que, à sa sortie, au moment où les niveaux des 12 conducteurs de données représentent les 12 bits d'un pixel, le niveau du conducteur indicateur de maximum local soit haut, par
15 exemple, si ce pixel est un maximum local, et bas dans le cas contraire.

On notera que le circuit 4 devant comparer la valeur de
20 l'intensité d'un pixel à celle de ses huit voisins pour déterminer si ce pixel est ou n'est pas un maximum local, il est nécessaire, dans le cas où l'on utilise un indicateur de maximum local, comme cela vient d'être décrit, qu'un certain délai s'écoule entre l'instant
25 d'entrée des informations relatives à un pixel dans le circuit 4, et leur instant de sortie. Ce délai entre le signal I4 et le signal I1 est au moins égal au laps de temps nécessaire pour que les informations relatives à chacun des huit pixels voisins du pixel traité soient
30 connues du circuit 4.

On notera que le circuit 4 ne modifie pas l'image qui le traverse, puisque le signal I4 est identique au signal I1,
35 au délai près dont il a été question. Toutefois, comme cela sera mieux compris dans la suite, il se trouve des situations où l'on n'a pas besoin de détecter les maxima locaux. Dans ce cas, il est inutile de perdre du temps à

cause du passage dans le circuit 4. Il est donc prévu, en amont de la sortie vidéo du circuit 4, un multiplexeur à deux entrées, l'une reliée à la sortie vidéo des circuits de travail du circuit 4, l'autre relié directement au
5 buffer d'entrée vidéo du circuit 4. Le microprocesseur 20 commande ce multiplexeur, par l'intermédiaire du bus 60, de façon à ce que le signal vidéo transite soit par l'intermédiaire des circuits de travail, soit directement vers la sortie. Dans le second cas, on dit que le
10 microprocesseur 20 règle le circuit 4 afin qu'il soit "transparent". Cette caractéristique n'est pas particulière au circuit 4 et elle est systématiquement prévue sur tous les circuits qui seront décrits dans la suite comme étant pourvus d'une entrée vidéo et d'une sortie vidéo, et
15 réglables par le microprocesseur 20. Pour des raisons de simplicité, il n'y sera donc plus fait allusion.

La conception d'un circuit de calcul réalisant les
20 fonctions qui viennent d'être décrites à propos du circuit 4 de détection des maxima locaux est à la portée d'un homme de métier, et ce circuit ne sera donc pas davantage décrit.

25 Le circuit 5 de calcul de statistiques est agencé pour déterminer des grandeurs caractéristiques de l'image représentée par les pixels du signal I4 et pour délivrer un signal I5 identique au signal I4, à un temps de retard près. Ces grandeurs sont ici les suivantes :

- 30
- nombre de pixels d'intensité nulle,
 - nombre de pixels d'intensité non nulle,
 - 35 - intensité maximale de l'image et coordonnées du ou des pixels d'intensité maximale,

-12-

- intensité minimale de l'image et coordonnées du ou des pixels d'intensité minimale,

- intensité moyenne de l'image,

5

- intensité "efficace" ou R.M.S. de l'image, et,

- valeur quadratique moyenne de l'intensité.

10

Le choix de la ou des grandeurs à déterminer par le circuit 5 est fait par le microprocesseur 20, par l'intermédiaire du bus 60. De même, les résultats déterminés par le circuit 5 sont lus par le microprocesseur 20 grâce au bus 60. La conception d'un circuit de calcul réalisant les fonctions qui viennent d'être décrites à propos du circuit 5 est à la portée d'un homme de métier, et ce circuit ne sera donc pas davantage décrit.

20

Le circuit de filtrage 7 est agencé pour effectuer un filtrage de l'image représentée par les pixels du signal I5, l'image filtrée étant représentée par les pixels du signal I7. Le filtrage peut être soit passe-haut, soit passe-bas, soit une convolution 3 x 3 de type Sobel, pour faire ressortir les traits horizontaux. Le choix du type et des paramètres du filtrage 7 est fait par le microprocesseur 20, par l'intermédiaire du bus 60. Comme le circuit de filtrage 7 modifie l'image représentée par les pixels du signal I5, sans déterminer de grandeurs caractéristiques de cette image, l'accès du circuit 7 raccordé au bus 60 est unidirectionnel, c'est-à-dire qu'il ne supporte que des informations entrant dans le circuit 7. On peut dire que ces informations, relatives au type et aux paramètres de filtrage effectués par le circuit 7, sont relatives au réglage du circuit 7 par le microprocesseur 20. La conception d'un circuit de calcul réalisant les fonctions qui viennent d'être décrites à propos du circuit

7 est à la portée de l'homme de métier, et ce circuit ne sera donc pas davantage décrit.

5 Le circuit 9 de comparaison au bruit de fond est agencé pour comparer l'intensité de chaque pixel au bruit de fond local autour de ce pixel, et pour le remplacer par un pixel d'intensité nulle lorsqu'il est insuffisamment contrasté par rapport au bruit de fond, ou lorsque, suffisamment
10 contrasté, il n'a pas été détecté comme maximum local par le circuit 4. Lorsque par contre, un pixel est suffisamment contrasté et lorsque, de plus, il a été détecté comme maximum local par le circuit 4, le pixel est remplacé par un pixel d'intensité maximale. L'image ainsi modifiée par
15 le circuit 9 est représentée par le signal I9. Plus précisément, le bruit de fond local autour d'un pixel est calculé par le circuit 9 comme étant la moyenne locale sur le carré de 3 x 3 ou de 5 x 5 pixels, par exemple, au centre duquel se trouve ce pixel. Le pixel est considéré
20 comme suffisamment contrasté si la différence entre l'intensité du pixel et le bruit de fond local est supérieure à un seuil. Si tel est le cas, et si le microprocesseur 20 ou le signal sur le conducteur indicateur du maximum local indique que le pixel est un
25 maximum local, le pixel est remplacé par un pixel d'intensité maximale.

Le choix de la taille du carré servant au calcul du bruit de fond local, ainsi que celui du seuil, par exemple, sont
30 fait par le microprocesseur 20, par l'intermédiaire du bus 60. Là, encore, comme le circuit 9 modifie l'image sans calculer de grandeur caractéristique de celle-ci, aucun résultat n'est transmis du circuit 9 vers le
35 microprocesseur 20, et l'accès du circuit 9 raccordé au bus 60 est unidirectionnel vers le circuit 9. La conception d'un circuit de calcul réalisant les fonctions qui viennent d'être décrites à propos du circuit 9 est à la portée de

l'homme de métier et ce circuit ne sera donc pas davantage décrit.

5 Le circuit 10 de mémorisation d'alarmes est agencé pour déterminer et mémoriser, le cas échéant, la position du pixel de niveau maximal dans l'image représentée par les pixels du signal I9, pixel que l'on considère comme une alarme, c'est-à-dire comme une cible potentielle, puisque,
10 comme cela a été expliqué, ce pixel est un maximum local, et il est bien contrasté par rapport au bruit de fond local. Le circuit 10 comprend essentiellement un circuit de détermination de la position de l'alarme suivie d'une mémoire du type FIFO ("First Input First Output" c'est-à-dire "Premier Entré Premier Sorti") dans lequel est stockée
15 la position de l'alarme qui est une grandeur caractéristique de l'image représentée par le signal I9. Le microprocesseur 20 dialogue avec le circuit 10 par l'intermédiaire du bus 60. La conception d'un circuit réalisant les fonctions qui viennent d'être décrites à propos du circuit 10 est à la portée de l'homme de métier et ce circuit ne sera donc pas davantage décrit.

25 Le système d'acquisition de la figure 1, dont la structure vient d'être décrite, fonctionne comme suit.

Le microprocesseur 20 est agencé pour commander plusieurs passages, ou "flots", successifs, dans la chaîne comprenant
30 les circuits 4, 5, 7, 9 et 10, de l'image mémorisée dans le circuit 1, c'est-à-dire de l'image à traiter.

35 Au cours de chaque passage, l'image mémorisée dans le circuit 1 est tout d'abord lue, et le signal vidéo correspondant traverse successivement chacun des circuits 4, 5, 7, 9 et 10. Entre un passage et le suivant, l'image

mémorisée dans le circuit 1 est inchangée, mais les réglages des circuits 4, 5, 7, 9 et 10 sont éventuellement modifiés. Lors d'un passage, les réglages dépendent des résultats relatifs aux grandeurs caractéristiques de l'image qui ont été déterminés au cours de passages précédents, c'est-à-dire que le système est adaptatif.

Ainsi, et à titre d'exemple, il est prévu, dans le système d'acquisition qui vient d'être décrit, trois passages successifs.

Avant le premier passage, le microprocesseur 20 commande, ou règle, le circuit 5 afin qu'il calcule l'intensité maximale, l'intensité minimale, l'intensité moyenne, et l'intensité efficace, ces grandeurs statistiques caractéristiques étant destinées à être utilisées au cours du troisième passage. Toujours avant le premier passage, le microprocesseur 20 règle le circuit de filtrage 7 afin que celui-ci se trouve configuré en filtre passe-haut, et règle notamment le seuil du circuit 9 de comparaison au bruit de fond, à une valeur prédéterminée.

Le microprocesseur 20 commande alors la lecture successive de chacun des pixels de l'image mémorisée dans le circuit 1, pour effectuer le premier passage, ou premier flot.

Lorsque le premier passage a eu lieu, le microprocesseur 20 lit les résultats obtenus notamment en sortie des circuits 5 et 10 et les mémorise. Il est clair que le premier passage a permis ici la détection d'une éventuelle cible ponctuelle, c'est-à-dire d'une cible dont l'image a sensiblement la taille d'un pixel.

Avant le deuxième passage, et dans le cas particulier décrit ici, le microprocesseur 20 ne change pas les réglages des circuits de la chaîne.

5

Toutefois, pour le deuxième passage, le microprocesseur commande la lecture successive d'un pixel sur deux seulement de l'image mémorisée. Le deuxième passage est donc identique au premier, à ceci près que l'image étant
10 sous-échantillonnée, ce deuxième passage permet la détection d'une éventuelle cible moyenne, c'est-à-dire d'une cible dont l'image a sensiblement la taille d'un carré de 2x2 pixels.

15

Entre le deuxième et le troisième passage, le microprocesseur 20 lit les résultats obtenus notamment en sortie des circuits 5 et 10, les mémorise et change les réglages des circuits 4, 5, 7 et 9. Le circuit 4 de
20 détection des maxima locaux et le circuit 5 de calcul des statistiques sont rendus transparents. Le circuit de filtrage 7 est réglé pour être configuré en filtre passe-bas, et le seuil du circuit 9, de comparaison au bruit de fond, est réglé en fonction des résultats statistiques
25 déterminés lors du premier passage.

Au cours du troisième passage, le microprocesseur commande la lecture successive de chacun des pixels de l'image
30 mémorisée dans le circuit 1, ce qui permet la détermination d'une éventuelle cible large, c'est-à-dire d'une cible dont l'image a sensiblement la taille d'un carré de 25 pixels, par exemple.

35

Après ces trois passages successifs, si aucune cible n'a été trouvée, le microprocesseur 20 commande trois nouveaux passages, et ainsi de suite, jusqu'à ce qu'une cible soit

-17-

trouvée. Les gouvernes du missile sont alors commandées pour que le missile se dirige vers la cible, ce qui a pour effet d'amener l'image de la cible au centre de l'image.

5

La phase d'acquisition est alors terminée, et le missile passe en phase de poursuite.

10 En référence maintenant à la figure 2, le système de poursuite, qui peut donc être utilisé lorsqu'une cible a été acquise grâce au système d'acquisition de la figure 1 comprend, disposés en cascade à la sortie de la tête d'analyse, un circuit de mémorisation 1 identique à celui
15 déjà décrit, un circuit 2 formant masque, un circuit 3 formant seuil, un circuit 5 de calcul de statistiques identique à celui déjà décrit, un circuit 6 de calcul des barycentres, un circuit de filtrage 7 identique à celui déjà décrit, et un circuit 8 détecteur de jet.

20

Comme précédemment, le circuit de mémorisation 1 délivre le signal I1 sur le bus 51. Les circuits 2, 3, 5, 6 et 7 sont pourvus chacun d'une sortie vidéo numérique identique à
25 celles déjà décrites, délivrant des signaux I2, I3, I5, I6 et I7 respectivement, supportés par des bus 52, 53, 55, 56 et 57 respectivement, ces bus étant tous identiques au bus 51.

30

De même les circuits 2, 3, 5, 6, 7 et 8 sont pourvus chacun d'une entrée vidéo numérique recevant les signaux I1, I2, I3, I5, I6 et I7 respectivement. Toutes les entrées vidéo numériques sont identiques à celles déjà décrites.

35

Comme précédemment, chacun des circuits 2, 3, 5, 6, 7 et 8 est pourvu d'un accès relié à un microprocesseur 20,

identique à celui déjà décrit, par l'intermédiaire d'un bus bidirectionnel 60', ayant les mêmes fonctions que le bus 60. De même, chacun des circuits 2, 3, 5, 6, 7 et 8 est pourvu d'une sortie vidéo numérique supplémentaire
5 délivrant un signal identique à celui délivré sur la sortie vidéo numérique précédemment définie, et reliée à un bus d'essai 70' ayant les mêmes fonctions que le bus 70.

10 Là, encore, il apparaît que les circuits 2, 3, 5, 6, 7 et 8 sont disposés de façon à former une chaîne unique dans laquelle peut passer, sous forme des signaux I1, I2, I3, I5, I6, I7 et I8, successivement, une image à traiter mémorisée dans le circuit de mémorisation 1, pour y être
15 modifiée, et pour que soient déterminées certaines des grandeurs caractéristiques de cette image, sous les ordres du microprocesseur 20.

20 Avant d'aborder le fonctionnement du système, chacun des circuits 2, 3, 5, 6, 7 et 8 est maintenant décrit.

Le circuit 2 formant masque est agencé pour masquer soit
25 l'intérieur, soit l'extérieur d'un certain nombre de fenêtres, ici rectangulaires et du nombre de 3, chaque fenêtre étant de position et de dimensions réglables. Le circuit 2 délivre un signal I2 dans lequel les pixels masqués ont une intensité nulle, les pixels non masqués
30 ayant une valeur identique à celle qu'ils présentent dans le signal I1. Le circuit 2 est donc un circuit de modification de l'image. Le choix de la position et des dimensions de chaque fenêtre, définis par le rang de sa première ligne et de sa première colonne, et le nombre de
35 ses lignes et de ses colonnes, ainsi que le type de masquage, intérieur ou extérieur à chaque fenêtre, est fait par le microprocesseur 20, par l'intermédiaire du bus 60'. L'accès du circuit 2 raccordé au bus 60' est unidirec-

tionnel vers le circuit 2. La conception d'un circuit de calcul réalisant les fonctions qui viennent d'être décrites à propos du circuit 2 est à la portée de l'homme de métier, et ce circuit ne sera donc pas davantage décrit.

5

Le circuit formant seuil 3 est agencé pour modifier certains des pixels de l'image représentée par le signal I2, et délivrer un signal I3 représentant l'image modifiée, en utilisant un des critères suivants :

10

- modification des pixels d'intensité inférieure à un seuil bas, pour rendre leur intensité nulle, par exemple,

15

- modification des pixels d'intensité supérieure à un seuil haut, pour rendre leur intensité maximale, par exemple, et,

20

- modification des pixels d'intensité comprise entre un seuil haut et un seuil bas, pour rendre leur intensité uniforme, par exemple.

De plus, le circuit 3 détermine les grandeurs suivantes, caractéristiques de l'image :

25

- nombre de pixels d'intensité inférieure au seuil bas,

- nombre de pixels d'intensité supérieure au seuil haut, et,

30

- nombre de pixels d'intensité comprise entre le seuil haut et le seuil bas.

35

Le microprocesseur 20 règle notamment la valeur des seuils haut et bas, et recueille les grandeurs déterminées par le circuit 3 par l'intermédiaire du bus 60'. La conception d'un circuit de calcul réalisant les fonctions qui viennent

d'être décrites à propos du circuit 2 est à la portée d'un homme de métier, et ce circuit ne sera pas davantage décrit.

5

Le circuit 6 de calcul des barycentres est agencé pour calculer le "barycentre thermique" et le "barycentre géométrique" de l'image représentée par le signal I5. Le "barycentre thermique" est le barycentre de l'image, au sens classique du terme. Le "barycentre géométrique" est le barycentre de l'image obtenue après que l'intensité de tous les pixels d'intensité inférieure à un seuil soit annulée, celle de tous les autres pixels de l'image étant rendue maximale. Sur une telle image, la cible apparaît, le cas échéant, comme une tache blanche sur fond noir, et la position du barycentre de cette tache apparaît bien comme liée à la géométrie de cette tache. Le circuit 5 délivre un signal I6 identique au signal I5, à un retard près. Le microprocesseur 20 règle la valeur du seuil, commande le calcul des barycentres et lit leurs coordonnées par l'intermédiaire du bus 60'. Un tel circuit est à la portée d'un homme de métier, et il ne sera pas davantage décrit.

25 Le circuit 8, détecteur de jet, est agencé pour rechercher, sur chaque ligne horizontale de l'image représentée par le signal I7, la plus longue suite de pixels successifs d'intensité supérieure à un seuil, ainsi que pour déterminer les coordonnées du premier pixel de la suite, et le nombre de pixel de la suite. Le microprocesseur 20, par l'intermédiaire du bus 60', règle la valeur du seuil et lit les grandeurs caractéristiques de l'image que sont pour chaque ligne les coordonnées et le nombre qui viennent d'être définis. La conception d'un circuit de calcul
30 réalisant les fonctions qui viennent d'être décrites à propos du circuit 8 est à la portée d'un homme de métier, et ce circuit ne sera donc pas davantage décrit.

35

-21-

Le système de poursuite dont la structure vient d'être décrite fonctionne, par exemple, de la façon suivante.

5 Comme pour le système d'acquisition, le microprocesseur 20 commande plusieurs passages successifs de l'image mémorisée dans la chaîne, en réglant, lors de chaque passage, chacun des circuits de la chaîne en réponse aux résultats déterminés lors des passages précédents.

10

On rappelle que, avant le premier passage, la cible est centrée, du moins de façon approximative, et que, au cours de la procédure d'acquisition, il a été déterminé s'il
15 s'agit d'une cible ponctuelle, moyenne ou large. Le microprocesseur 20 règle alors le circuit 2 pour que se trouve masquée l'intérieur d'une fenêtre centrée, de taille adaptée à la taille de la cible qui a été déterminée. Ainsi, selon que, en phase poursuite, une cible ponctuelle,
20 moyenne ou large a été détectée le microprocesseur 20 choisit l'une des fenêtres d'un ensemble de trois, chacune étant de taille prédéterminée pour masquer, à coup sûr, l'image d'une cible de la taille correspondante. Cette fenêtre sera appelée dans la suite "fenêtre cible".

25

Le microprocesseur 20 règle les circuits 3, 6, 7 et 8 afin que ceux-ci soient transparents, et il commande, ou règle, le circuit 5, de calcul de statistiques, pour calculer
30 l'intensité moyenne et l'intensité efficace de l'image représentée par le signal I3.

Le microprocesseur 20 commande alors la lecture successive
35 de chacun des pixels de l'image mémorisée dans le circuit 1, pour effectuer le premier passage, ou premier flot. Lors de ce premier flot, les seuls circuits actifs sont le circuit 2 et le circuit 5. Du fait que le circuit 2 masque

la fenêtre cible, le circuit 5 opère sur la partie non masquée de l'image. Cette partie est ici de forme annulaire autour de la fenêtre cible, et sera désignée dans la suite comme étant la "fenêtre paysage".

5

Après le premier passage, les résultats des calculs statistiques effectués par le circuit 5 sur la fenêtre paysage sont lus par le microprocesseur 20, qui en déduit un seuil bas qui sera utilisé dans un passage ultérieur. Le microprocesseur 20 change alors les réglages en vue du deuxième passage. Ici, il modifie simplement le réglage du circuit 2 formant masque, pour le rendre transparent.

15

Le microprocesseur 20 commande alors le deuxième passage. Pour cela, il commande le circuit de mémorisation 1 de façon à ce que seul les pixels d'une sous-image coïncidant avec la fenêtre cible soient lus. Ainsi, le circuit 5 opère seulement sur l'intérieur de la fenêtre cible.

25

Après le deuxième passage, les résultats des calculs statistiques effectués par le circuit 5 sur la fenêtre cible sont lus par le microprocesseur 20, qui en déduit un seuil haut qui sera utilisé dans un passage ultérieur.

30

On notera que, pour parvenir au même résultat lors du deuxième passage, le microprocesseur 20 pourrait commander au circuit 1 de lire la totalité de l'image, et au circuit 2 de masquer l'extérieur de la fenêtre cible, c'est-à-dire la fenêtre paysage. Néanmoins, dans la mesure où, comme cela est le cas ici, il est possible de commander la lecture d'une sous-image dans la mémoire du circuit 1, cette solution à l'avantage d'être plus rapide pour parvenir au même résultat.

35

-23-

Après avoir déterminé le seuil haut, le microprocesseur 20 change alors les réglages en vue du troisième passage. Le circuit 2, formant masque, est réglé pour être transparent. Le circuit 3, formant seuil, est réglé pour modifier
5 l'image en annulant l'intensité des pixels d'intensité inférieure au seuil bas déterminé lors du premier passage, et en rendant maximale l'intensité des pixels d'intensité supérieure au seuil haut déterminé lors du deuxième passage. Le circuit 5, de calcul de statistiques, est réglé
10 pour être transparent. Le circuit 6 est réglé pour être actif, c'est-à-dire pour calculer le barycentre thermique et le barycentre géométrique. Le circuit 7 est réglé pour faire ressortir les lignes horizontales. Enfin, le circuit 8 est réglé pour être actif, c'est-à-dire pour détecter le
15 jet chaud éventuel d'un système de propulsion à réaction dont peut être munie la cible. On notera qu'il est prévu un dispositif de stabilisation du missile par rapport à la verticale, et qu'ainsi un tel jet doit apparaître en principe comme étant horizontal.

20

Lorsque ces réglages sont effectués, le microprocesseur 20 commande le troisième passage, toujours en ne lisant, dans le circuit 1, que les pixels intérieurs à la fenêtre cible.

25

Après le troisième passage, le microprocesseur 20 lit les résultats en sortie du circuit 8, détecteur de jet, et les interprète comme suit.

30

Si un jet a été détecté lors du troisième passage, le microprocesseur 20 commande un quatrième passage, pour lequel les circuits de la chaîne sont dans la même
35 configuration que précédemment, mais pour lequel le microprocesseur 20 réduit la taille de la fenêtre cible, c'est-à-dire ici de la sous-image lue dans le circuit de mémorisation 1, de façon à ce que le jet ne soit pas pris

en compte dans cette fenêtre. La fenêtre cible ainsi réduite est appelée fenêtre avion, dans la mesure où elle correspond seulement, en principe, à la structure de l'avion, et non à l'ensemble, de la structure et du jet
5 chaud du système de propulsion. A la fin du quatrième passage, le microprocesseur 20 lit les coordonnées du barycentre géométrique de la fenêtre avion, qui seront alors considérées comme les coordonnées de la position de la cible dans l'image.

10

Si aucun jet n'a été détecté lors du troisième passage, le microprocesseur 20 apprécie la distance de la cible à partir de la taille de son image. Si la cible est
15 lointaine, le microprocesseur 20 va lire les coordonnées du barycentre thermique déterminé par le circuit 6, qui seront alors considérées comme les coordonnées de la position de la cible dans l'image. Si la cible est proche, le microprocesseur 20 va lire les coordonnées du barycentre
20 géométrique déterminé par le circuit 6, qui seront alors considérées comme les coordonnées de la position de la cible dans l'image.

25 Ainsi, en trois ou, le cas échéant, quatre passages de l'image dans la chaîne, les coordonnées de la position de la cible sont déterminées et peuvent être transmises au système de commande des gouvernes du missile pour poursuivre la cible. Le microprocesseur 20 va traiter
30 ensuite l'image suivante, et ainsi de suite. Naturellement, pour le traitement d'une image de rang donné le microprocesseur 20 utilise les informations qui ont pu être déterminées grâce au traitement des images précédentes. Notamment, le microprocesseur 20 ajuste, pour chaque image,
35 les dimensions de la fenêtre cible de façon à suivre au mieux l'évolution de la taille apparente de la cible, en comparant l'intensité des pixels de l'image au seuil bas déterminé au cours du traitement de l'image précédente. Par

-25-

traitement d'une image, il faut naturellement comprendre l'ensemble des trois ou quatre passages de cette image dans la chaîne, tels qu'il viennent d'être décrits.

5

Naturellement, sur un missile, il n'est pas nécessaire de prévoir deux chaînes distinctes telle que les chaînes des figures 1 et 2 qui, pour la clarté de l'exposé, ont été décrites séparément. En particulier, comme le montre la figure 3, on peut avantageusement utiliser une chaîne unique comprenant par exemple les circuits 1 à 10 disposés en cascade, et, par exemple, dans cet ordre. Dans ce cas, le circuit 8 détecteur de jet est pourvu d'une sortie vidéo numérique identiques aux autres.

15

Alors, le bus 60 est relié à chacun des circuits 1 à 10. Pour l'acquisition le microprocesseur 20 rend transparents les circuits 2, 3, 6 et 8. Pour la poursuite, il rend transparents les circuits 4, 9 et 10.

25

Dans les chaînes qui ont été décrites ici, le signal d'horloge, dont la période est approximativement égale au temps nécessaire pour lire un pixel dans le circuit de mémorisation 1, c'est-à-dire 100 ns dans l'exemple décrit, est supportée par l'un des conducteurs des bus 51 à 59. On peut dire que l'horloge est mélangée aux données, et retardée avec elle dans les circuits 1 à 10, comme le signal de synchronisation, qui comprend une impulsion avant chaque flot de données, et le signal de validation, au niveau haut tant que des données transmises sont valides. Les données changent approximativement à chaque flanc de montée du signal d'horloge, et on détermine leur valeur lors de chaque flanc de descente.

35

Chaque circuit 2 à 10 fonctionne de manière synchrone. Les données ainsi que les signaux de synchronisation et de validation sont resynchronisés à l'entrée du circuit, par le signal d'horloge d'entrée. Chaque circuit délivre au
5 circuit suivant un signal d'horloge synchrone des données et des signaux de synchronisation et de validation. A chaque coup d'horloge, les données se décalent et parcourent ainsi tous les circuits assemblés dans la chaîne.

10

La solution qui consiste à mélanger le signal d'horloge aux données est simple, mais peut conduire à des difficultés si trop de circuits sont montés en cascade, notamment du fait
15 que les temps de montée des divers composants diffèrent de leurs temps de descente. Pour éviter ces difficultés, il est bien entendu possible d'utiliser un même signal d'horloge appliqué simultanément à chacun des circuits 1 à 10.

20

La durée totale d'un passage, ou flot, dans la chaîne, entre l'instant où le premier pixel de l'image sort du circuit 1 et l'instant où le dernier pixel de l'image est
25 traité par le circuit 10, par exemple, est seulement très peu supérieure à la durée nécessaire pour effectuer la lecture de l'image dans le circuit 1, car le temps de retard introduit par chacun des circuits 1 à 10 entre son entrée vidéo et sa sortie vidéo est seulement de quelques
30 coups d'horloge.

Ainsi, et pour fixer les idées, lorsque la durée de lecture d'un pixel dans le circuit 1 est de l'ordre de 100 ns, une
35 image de 32 x 32, soit 1024 pixels, nécessite une durée totale de lecture de sensiblement 100 μ s.

La période d'horloge étant de 100 ns, le temps nécessaire à un pixel pour passer d'un bout à l'autre de la chaîne est de quelques μs , par exemple 2 μs . Ainsi, le premier pixel de l'image qui sort du circuit 1 parvient en bout de chaîne, par exemple à la sortie du circuit 10, au moment où le vingtième pixel de l'image sort du circuit 1. Ainsi la durée d'un flot, ici de 102 μs apparaît comme principalement liée à la durée de lecture de l'image, ici de 100 μs .

10

On voit que, en phase de poursuite, lorsque l'on traite des images de 32 x 32, soit 1024 pixels, la durée totale de traitement d'une image est de quelques millisecondes. En effet, avec un temps d'écriture de 1 μs environ par pixel, il faut tout d'abord une durée de 1 ms environ pour écrire l'image dans le circuit de mémorisation 1. Puis, pour chacun des passages, une durée légèrement supérieure à 100 μs pour que la totalité des pixels de l'image traverse une fois la chaîne, et une durée de 1 ms environ pour que le microprocesseur lise les résultats de détermination et procède au changement de réglage en vue du passage suivant. On obtient ainsi une durée totale de traitement d'une image de quelques ms, ce qui est compatible avec un traitement en temps réel, qui correspond à une cadence de une image toutes les 10 ms lorsque la cible est proche, et une toutes les 40 ms lorsqu'elle est lointaine, car alors, son image bouge assez lentement.

30

En phase d'acquisition cette durée de quelques millisecondes peut se trouver légèrement augmentée du fait notamment que l'image traitée peut être de plus grande taille. En effet, si l'on utilise, par exemple, une tête d'analyse comprenant un miroir mobile devant une mosaïque de 32 x 32 détecteurs, on commande le balayage du miroir en phase d'acquisition pour former des images en forme de bandeau de 32 x 256 pixels, par exemple. En phase de

35

poursuite, par contre, on laisse le miroir immobile, et on forme des images de 32 x 32 pixels. Le temps d'écriture d'un bandeau est de 200 m s pour l'acquisition, car ce temps est lié à la vitesse de balayage du miroir. Par
5 contre, il faut 800 μ s environ pour lire un bandeau, ce qui augmente un peu le temps de traitement.

On peut dire que la chaîne de la figure 3, par exemple,
10 apparaît comme la mise en cascade de circuits traitant chacun, à la volée, une image sous forme d'un vecteur, ou d'une succession, de pixels, ici au nombre de 1024 ou 8192, puisque le traitement des premiers pixels est terminé très longtemps avant que ne commence celui des derniers.

15

Comme cela a déjà été signalé, le rôle des bus 70 au 70' est de permettre le diagnostic de l'origine d'une panne du système, de proche en proche, sans avoir à démonter celui-ci. Pour ce faire, on connecte le bus 70 ou le bus 70' à un
20 moniteur vidéo, et on charge dans le circuit de mémorisation une image type, par exemple une mire, de caractéristiques connues. De proche en proche, on peut ainsi contrôler le fonctionnement de chacun des circuits 2
25 à 10, en examinant, sur le moniteur, l'image de la mire, modifiée ou non, à la sortie de chacun des circuits 2 à 10, ou encore en comparant les résultats des déterminations des grandeurs caractéristiques, lues par le microprocesseur 20 dans ces circuits, à ce qu'elles doivent être pour la mire.
30 Dans ce cas, la possibilité de rendre transparent l'un quelconque des circuits 2 à 10 est évidemment d'un grand intérêt. La panne peut ainsi être détectée sans difficultés et le circuit 2 à 10 défaillant remplacé rapidement par un autre circuit fonctionnant convenablement.

35

Naturellement, l'invention n'est limitée ni aux deux procédés de mise en oeuvre des systèmes des figures 1, 2 ou

3 qui ont été décrits, ni même aux structures particulières de ces systèmes, structures qui n'ont été décrites qu'à titre d'exemple. En effet, il est évidemment à la portée d'un homme de métier de mettre au point d'autres procédés
5 d'utilisation des systèmes décrits, ou même d'ajouter ou d'enlever un ou plusieurs circuits à ces systèmes, de façon à réaliser un traitement d'image spécifique au problème particulier qu'il peut avoir à résoudre.

10 Dans le système de l'invention, c'est la mise en cascade, pour former une unique chaîne, de circuits de modification d'image, et de circuits de détermination de grandeurs caractéristiques de ces images, et le réglage adaptatif de
15 ces circuits au cours d'une séquence de plusieurs passages successifs, à la volée, de l'image dans la chaîne, qui permet de parvenir au résultat, à savoir un système de traitement d'images animées en temps réel, de structure modulaire, dans lequel les différents circuits ou modules
20 sont facilement interchangeables, ce système étant susceptible d'admettre de nouveaux circuits ou modules si nécessaire, et ce système étant facile à dépanner.

25 En effet, les systèmes d'acquisition et de poursuite qui ont été décrits apparaissent comme des systèmes adaptatifs de traitement d'images, dans lesquels l'image est traitée de manière adaptée à des grandeurs caractéristiques de cette image, comme son intensité moyenne, son intensité
30 efficace, la présence ou l'absence d'un jet, et ainsi de suite. On peut dire que l'image à traiter est l'image bruitée d'une cible contrastée, le résultat du traitement étant les coordonnées de la cible dans l'image.

35

REVENDIGATIONS

1.- Système adaptatif de traitement d'image comprenant :

5

- une chaîne de moyens (2, 3, 7, 9) réglables, de modification de l'image à traiter,

10

- une pluralité de moyens (4, 5, 6, 8, 10) de détermination de grandeurs caractéristiques de l'image à traiter, et,

15

- des moyens (20) pour, en réponse aux résultats en sortie des moyens de détermination (4, 5, 6, 8, 10), régler les moyens de modification (2, 3, 7, 9) afin que le traitement soit adapté aux dites grandeurs caractéristiques, système caractérisé par le fait que

20

- les sorties vidéo respectives des moyens de modification (2, 3, 7, 9) sont toutes identiques,

25

- les entrées vidéo respectives des moyens de modification (2, 3, 7, 9) et des moyens de détermination (4, 5, 6, 8, 10) sont toutes identiques, chacune d'entre elles pouvant recevoir le signal d'une sortie vidéo quelconque,

30

- chacun des dits moyens de détermination (4, 5, 6, 8, 10) est réglable et pourvu d'une sortie vidéo identique aux précédentes délivrant un signal vidéo identique à celui reçu sur son entrée vidéo,

35

- chacun des moyens de détermination (4, 5, 6, 8, 10) est inséré dans ladite chaîne,

- il est prévu, à l'entrée de ladite chaîne, des moyens (1) pour mémoriser l'image à traiter, et,

- les moyens de réglage (20) sont agencés pour commander plusieurs passages successifs de l'image à traiter dans

-31-

ladite chaîne, et pour régler, à chaque passage, les moyens de modification (2, 3, 7, 9) et les moyens de détermination (4, 5, 6, 8, 10), en réponse aux résultats déterminés par les moyens de détermination (4, 5, 6, 8, 10) au cours des passages précédents.

2.- Système selon la revendication 1, dans lequel les moyens de réglage (20) et les moyens de mémorisation (1) sont agencés pour que l'image soit lue sous forme d'une succession de pixels, et les moyens de modification (2, 3, 7, 9) et les moyens de détermination (4, 5, 6, 8, 10) sont prévus pour, lors de chaque passage, traiter à la volée la succession de pixels représentant l'image.

3.-Système selon l'une des revendications 1 ou 2, dans lequel l'image à traiter est l'image bruitée d'une cible contrastée, et le résultat du traitement est la position de la cible dans l'image.

4.- Système selon l'une des revendications 1 à 3, dans lequel il est prévu sur chacun des moyens de modification (2, 3, 7, 9) et des moyens de détermination (4, 5, 6, 8, 10) une deuxième sortie vidéo, délivrant un signal vidéo identique à celui sur ladite première sortie vidéo, raccordé à un bus vidéo unique (70; 70').

5.- Système selon l'une des revendications 1 à 4, dans lequel les moyens de modification comprennent des moyens de filtrage (7) et des moyens (9) de comparaison au bruit de fond, et les moyens de détermination comprennent des moyens (4) de détection des maxima locaux, des moyens (5) de calcul de statistiques et des moyens (10) de mémorisation d'alarmes.

6.- Système selon l'une des revendications 1 à 4, dans lequel les moyens de modification comprennent des moyens formant masque (2), des moyens formant seuil (3), des moyens de filtrage (7) et des moyens (8) détecteurs de jet, et les moyens de détermination comprennent des moyens (5) de calcul de statistiques et des moyens (6) de calcul de barycentres.

10

15

20

25

30

35

1/3

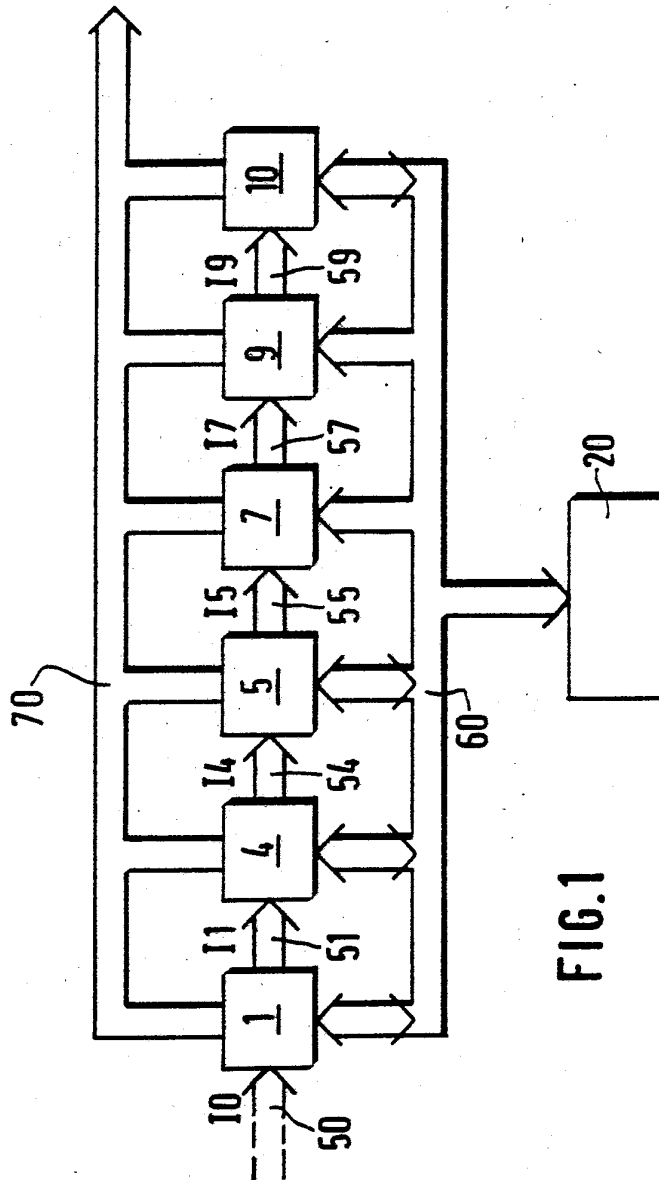


FIG.1

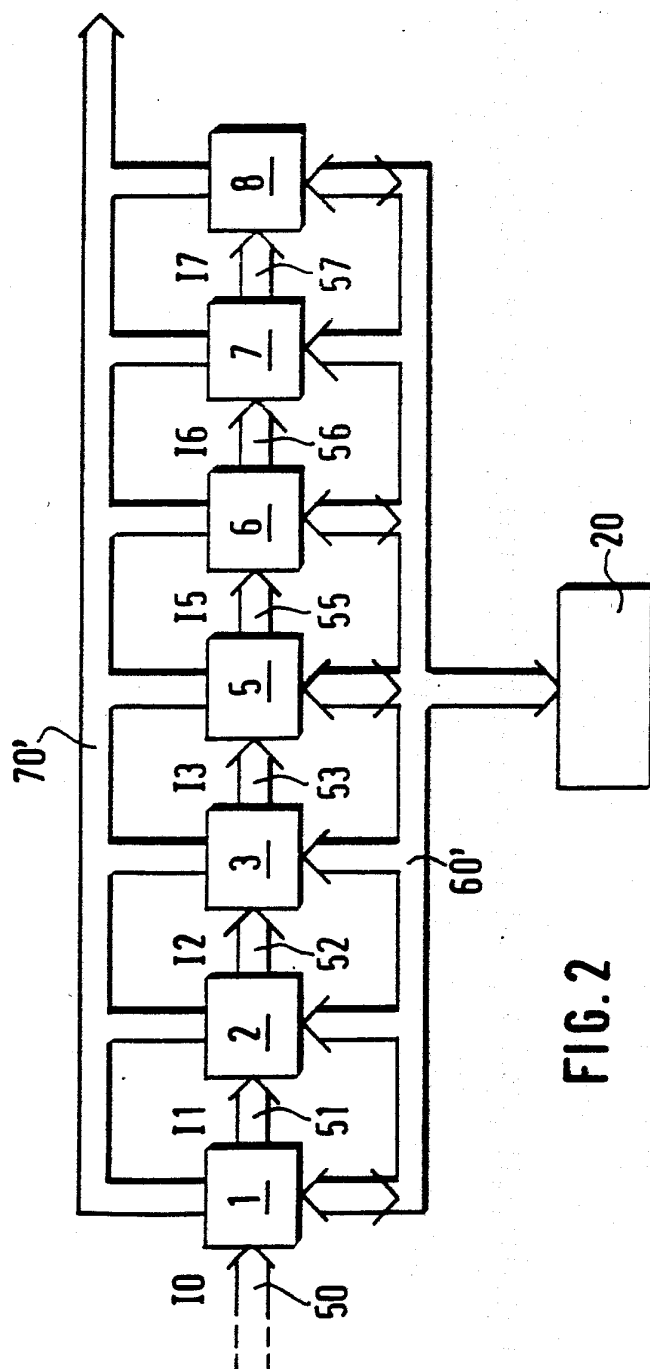


FIG. 2

