

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re: Application of	PIRIM	Confirmation No.	9051
Patent No.	7,650,015 B2	Group:	2624
Issue Date:	January 19, 2010	Examiner:	SETH, MANAV
Application No.	11/676,926	Docket No.	8042-2-1
Filing Date:	February 20, 2007		
For:	IMAGE PROCESSING METHOD		

REQUEST FOR CERTIFICATE OF CORRECTION

ATTN: Certificate of Corrections Branch
Commissioner for Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

Sir or Madam:

On behalf of Image Processing Technologies LLC, the assignee of record, the undersigned hereby requests that a Certificate of Correction pursuant to 37 C.F.R. § 1.323 be issued on the above-entitled patent. The corrections are indicated in appropriate form on attached Form PTO/SB/44.

The requested corrections either (i) relate to perfecting delayed priority claims which were imperfectly submitted by applicant; or (ii) relate to typographical errors which were made by the applicant. All of the requested corrections do not constitute new matter, do not affect the scope of any claim and do not require reexamination.

With respect to the requested correction for priority claims, 37 CFR 1.78 states:

(2)(i) Except for a continued prosecution application filed under § 1.53(d), any nonprovisional application or international application designating the United States of America claiming the benefit of one or more prior-filed copending nonprovisional applications or international applications designating the United States of America must contain or be amended to contain a reference to each such prior-filed application, identifying it by application number (consisting of the series code and serial number) or international application number and international filing date and indicating the relationship of the applications. Cross references to other related applications may be made when appropriate (see § 1.14).

* * *

(iii) If the later-filed application is a nonprovisional application, the reference required by this paragraph must be included in an application data sheet (§ 1.76), or the specification must contain or be amended to contain such reference in the first sentence(s) following the title.

* * *

(3) If the reference required by 35 U.S.C. 120 and paragraph (a)(2) of this section is presented after the time period provided by paragraph (a)(2)(ii) of this section, the claim under 35 U.S.C. 120, 121, or 365(c) for the benefit of a prior-filed copending nonprovisional application or international application designating the United States of America may be accepted if the reference identifying the prior-filed application by application number or international application number and international filing date was unintentionally delayed. A petition to accept an unintentionally delayed claim under 35 U.S.C. 120, 121, or 365(c) for the benefit of a prior-filed application must be accompanied by:

(i) The reference required by 35 U.S.C. 120 and paragraph (a)(2) of this section to the prior-filed application, unless previously submitted;

(ii) The surcharge set forth in § 1.17(t); and

(iii) A statement that the entire delay between the date the claim was due under paragraph (a)(2)(ii) of this section and the date the claim was filed was unintentional. The Director may require additional information where there is a question whether the delay was unintentional.

Applicant included references to priority claims to the applications for U.S Patent No. 7,181,047 and U.S. Patent No. 6,486,909 and International Application No. PCT/EP98/05383 in the Application Data Sheet and Preliminary Amendment filed on February 20, 2007, but did not indicate the relationship of the applications. In the Request for Corrected Filing Receipt filed on August 27, 2007, applicant further identified International Application No. PCT/FR97/01354 and French Application No. FR 96 09420 and clarified the relationships of the applications. In the Corrected Filing Receipt mailed on April 22, 2008, the USPTO acknowledged the following:

Domestic Priority data as claimed by applicant

This application is a DIV of 09/792,29402/23/2001 PAT 7,181,047
which is a CIP of 09/230,502 09/13/1999 PAT 6,486,909
which is a 371 of PCT/FR97/01354 07122/1997

Foreign Applications

EUROPEAN PATENT OFFICE (EPO) PCT/EP98/05383 08125/1998
FRANCE 96 09420 07/26/1996

Assignee notes that PCT/FR97/01354 and PCT/EP98/05383 are international applications, each designating the United States and identifying Patrick Pirim as the inventor. Subsequently, the Bibliographic Data Sheet dated December 1, 2009, lists no applications under Continuing Data or Foreign Applications and indicates that Foreign Priority was claimed but the conditions of 35 USC 119(a)-(d) had not been met. A copy of the cited documents is filed herewith. As the record indicates, applicant attempted to claim priority to the applications for U.S Patent No. 7,181,047 and U.S. Patent No. 6,486,909, International Application Nos. PCT/FR97/01354 and PCT/EP98/05383, and French Application No. FR 96 09420.

Assignee submits that the requirements set forth in 37 CFR § 1.78(a)(1) are met in U.S. Patent No. 7,650,015, but that the references required by 35 U.S.C. § 120 and 37 CFR § 1.78(a)(2) were unintentionally delayed. Assignee also submits that the requirements set forth in MPEP § 1481.03 have been met in; therefore a Certificate of Correction is a valid means for amending U.S. Patent No. 7,650,015 to include the delayed priority claims to the applications for U.S Patent No. 7,181,047 and U.S. Patent No. 6,486,909 and International Application Nos. PCT/FR97/01354 and PCT/EP98/05383. *See* MPEP § 1481.03.

Additionally, a petition for unintentionally delayed priority claims under 37 CFR 1.78(a)(3) is filed herewith.

With respect to the requested correction for the delayed foreign priority claim to FR 96 09420, MPEP § 201.16 states: “a certificate of correction under 35 U.S.C. 255 and 37 CFR 1.323

may be requested and issued in order to perfect a claim for foreign priority benefit in a patented continuing application if the requirements of 35 USC 119(a)-(d) or (f) had been satisfied in the parent application prior to the issuance of the patent and the requirements of 37 CFR 1.55(a) are met.” MPEP § 201.16. Such a delayed claim “constitutes in essence a mere affirmation of the applicant's previously expressed desire to receive benefits under 35 U.S.C. 119(a)-(d) or (f).” *Id.*

U.S. Patent No. 7,650,015 is a divisional of U.S. Patent No. 7,181,047, which is a continuation-in-part of U.S. application no. 09/230,502, filed on September 13, 1999, now U.S. Patent No. 6,486,909 (hereinafter, “Parent Application”). Assignee notes that the Parent Application is a national stage of International Application No. PCT/FR97/01354, which claims priority to FR 96 09420. As noted above, applicant attempted to claim domestic priority claim to the Parent Application during prosecution of the application for U.S. Patent No. 7,650,015 and Assignee now submits a request to perfect the delayed claim. Additionally, Assignee submits that the priority claim to FR 96 09420 was perfected in the Parent Application and the priority claim to FR 96 09420 is identified on the first page of the issued patent for the Parent Application. A copy of the first page of U.S. Patent No. 6,486,909 is filed herewith. The requirements of 35 USC § 119(a)-(d) or (f) had been satisfied in U.S. Patent No. 6,486,909 prior to the issuance of the patent and the requirements of 37 CFR § 1.55(a) are met; therefore a Certificate of Correction is a valid means for amending U.S. Patent No. 7,650,015 to include the delayed foreign priority claim. *See* MPEP § 201.16.

Additionally, a petition for an unintentionally delayed foreign priority claim under 37 CFR 1.55(c) is filed herewith.

For the foregoing reasons, it is respectfully requested that the Commissioner issue a Certificate of Correction making the aforementioned requested corrections. Please contact the undersigned if clarification is required.

Credit card payment in the amount of \$100.00 accompanies this Request. Although no additional fees are believed to be due, the Commissioner for Patents is hereby authorized to charge any underpayment in fees to Deposit Account No. 14-1437. In the event that the Office requires additional information regarding this Request, please contact the undersigned representative Karen Kline (direct line: 561-847-7814).

Respectfully submitted,

NOVAK DRUCE + QUIGG LLP

Date: August 19, 2010

/Gregory A. Nelson/
Gregory A. Nelson, Reg. No. 30,577
Karen C. Kline, Reg. No. 59,907
525 Okeechobee Blvd., 15th Floor
West Palm Beach, FL 33401
Tel: 561-847-7800
Fax: 561-847-7801

CITED DOCUMENTS

APPLICATION DATA SHEET

(1) Applicant Information

Inventor (1) name: PIRIM, Patrick
Residence: Paris, France
Mailing Address: 56 Rue Patay, Paris 75013, France
Citizenship: France

(2) Correspondence Information

Correspondence Address: *30448*

(3) Application Information

Title: IMAGE PROCESSING METHOD
Total No. of Drawing Sheets: 13
Suggested Figure for Publication: 14
Attorney Docket Number: 8042-2-1
Type of Application: Non-Provisional

(4) Representative Information

Representative Information: *30448*
Gregory M. Lefkowitz, Registration No. 56,216
AKERMAN SENTERFITT
P.O. Box 3188
West Palm Beach, FL 33402-3188
Telephone: (561) 653 5000

(5) Domestic Priority Information

U.S. Application No. 09/792,294, filed February 23, 2001, now
US Patent No. 7,181,047;
US Application No. 09/230,502, filed January 26, 1999, now
US Patent No. 6,486,909

(6) Foreign Priority Information

International Application No. PCT/EP98/05383, filed
August 25, 1998

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re Application of PIRIM

Application No.

Examiner:

Date Filed: February 20, 2007

Group Art Unit:

For: IMAGE PROCESSING APPARATUS AND METHOD

PRELIMINARY AMENDMENT

Commissioner for Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

Sir:

Prior to examination on the merits, entry of the following amendments is respectfully requested.

Amendments to the Specification begin on page 2.

Amendments to the Claims appear in the Claim Listing which begins on page 3.

Remarks begin on page 6.

AMENDMENTS TO THE SPECIFICATION

On page 1, the title of the invention:

IMAGE PROCESSING APPARATUS AND METHOD

On page 1, before the section entitled "BACKGROUND OF THE INVENTION ", insert the following:

CROSS-REFERENCE TO RELATED APPLICATIONS

The present application claims the priority of U.S. Application No. 09/792,294, filed February 23, 2001, now US Patent No. 7,181,047; which claims priority to US Application No. 09/230,502, filed January 26, 1999, now US Patent No. 6,486,909; which claims priority to International Application No. PCT/EP98/05383, filed August 25, 1998; all of which are incorporated herein by reference in their entirety.

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re application of	PIRIM et al.	Confirmation No:	9051
Application No.:	11/676,926	Group:	2624
Date Filed:	February 20, 2007	Examiner:	
Attn'y Docket No.:	8042-2-1		
For:	IMAGE PROCESSING METHOD		

REQUEST FOR CORRECTED FILING RECEIPT

Commissioner for Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

Sir:

It is noted that in the PTO electronic file, there are two Official Filing Receipts of record, one mailed on March 13, 2007 and the other mailed on March 14, 2007. For the purposes of this Request, the undersigned refers to the most recent Official Filing Receipt which was mailed on March 14, 2007.

The Official Filing Receipt indicates the instant application is a divisional of U.S. Patent Application No. 09/792,294; however, there are additional priority applications which should be listed. As noted in the Official Filing Receipt, the instant application is a divisional of US 09/792,294. The '294 application claims priority to two applications: it is a §371 national phase application of PCT/EP98/05383 and a CIP application of US 09/230,502. The '502 application is a §371 national phase application of PCT/FR97/01354, which claims the priority benefit of FR 96/09420. Accordingly, it is respectfully requested that the Official Filing Receipt be revised as follows:

This application is a DIV of 09/792,294, 02/23/2001, PAT 7,181,047, which is a §371 national stage entry of PCT/EP98/05383, 08/25/1998 and a CIP of 09/230,502, 09/13/1999, PAT 6,486,909, which is §371 national stage entry of PCT/FR97/01354, July 22, 1997, which claims the benefit of FR 96/09420, 07/26/1996.

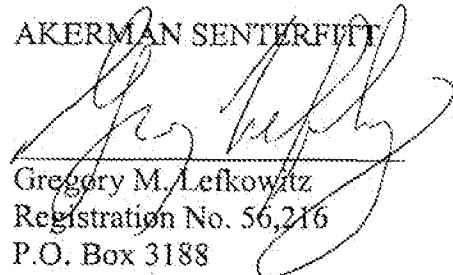
Attached is a copy of the Official Filing Receipt indicating the requested revisions. Correction of the priority dates and prompt issuance of a corrected Filing Receipt is respectfully requested. Although no fee is believed to be due, the Commissioner is hereby authorized to charge any underpayment in fees to Deposit Account No. 50-0951. Please contact the undersigned if further clarification of the above is needed.

Date:

Aug. 27, 2007

Respectfully submitted,

AKERMAN SENTERFITT


Gregory M. Lefkowitz
Registration No. 56,216
P.O. Box 3188
West Palm Beach, FL 33402-3188
Telephone: (561) 653-5000
Fax: (561) 659-6313



UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

UNITED STATES DEPARTMENT OF COMMERCE
United States Patent and Trademark Office
Address: COMMISSIONER FOR PATENTS
P.O. Box 4800
Alexandria, Virginia 22313-4400
www.uspto.gov

APPLICATION NUMBER	FILING or FILING DATE	OR PARTY UNIT	FILED RECD	ATTY.DOCKET NO	FOT CLAIMS	IND CLAIMS
11/676,926	02/20/2007	2624	425	8042-2-1	7	2

30448
AKERMAN SENTERFITT
P.O. BOX 3188
WEST PALM BEACH, FL 33402-3188

CONFIRMATION NO. 9051
CORRECTED FILING RECEIPT



Date Mailed: 04/22/2008

Receipt is acknowledged of this non-provisional patent application. The application will be taken up for examination in due course. Applicant will be notified as to the results of the examination. Any correspondence concerning the application must include the following identification information: the U.S. APPLICATION NUMBER, FILING DATE, NAME OF APPLICANT, and TITLE OF INVENTION. Fees transmitted by check or draft are subject to collection. Please verify the accuracy of the data presented on this receipt. **If an error is noted on this Filing Receipt, please write to the Office of Initial Patent Examination's Filing Receipt Corrections. Please provide a copy of this Filing Receipt with the changes noted thereon. If you received a "Notice to File Missing Parts" for this application, please submit any corrections to this Filing Receipt with your reply to the Notice. When the USPTO processes the reply to the Notice, the USPTO will generate another Filing Receipt incorporating the requested corrections**

Applicant(s)
PATRICK PIRIM, Paris, FRANCE;

Power of Attorney: None

Domestic Priority data as claimed by applicant
This application is a DIV of 09/792,294 02/23/2001 PAT 7,181,047
which is a CIP of 09/230,502 09/13/1999 PAT 6,486,809
which is a 371 of PCT/FR97/01354 07/22/1997

Foreign Applications
EUROPEAN PATENT OFFICE (EPO) PCT/EP98/05383 08/25/1998
FRANCE 96 09420 07/26/1996

If Required, Foreign Filing License Granted: 03/12/2007

The country code and number of your priority application, to be used for filing abroad under the Paris Convention, is **US 11/676,926**

Projected Publication Date: Not Applicable

Non-Publication Request: No

Early Publication Request: No

**** SMALL ENTITY ****

This page is being phased out of production, but will remain available during the transition to our new system. Please try the new [PAIENSCOPE@International and National Collections search page](mailto:PAIENSCOPE@International.and.National.Collections.search.page) (English only).



Search result: 1 of 1

(WO/1998/005002) METHOD AND DEVICE FOR REAL-TIME DETECTION, LOCATION AND DETERMINATION OF THE SPEED AND DIRECTION OF MOVEMENT OF AN AREA OF RELATIVE MOVEMENT IN A SCENE

Biblio. Data Description Claims National Phase Notices Documents

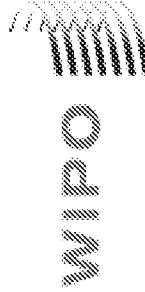
Latest bibliographic data on file with the International Bureau

Pub. No.: WO/1998/005002 International Application No.: PCT/FR1997/001354
Publication Date: 05.02.1998 International Filing Date: 22.07.1997
Chapter 2 Demand Filed: 30.01.1998
IPC: G06T 7/20 (2006.01)
Applicants: CARLUS MAGNUS LIMITED [-/-]; Victoria House, Main Street, Gibraltar (GI) (All Except US).
PIRIM, Patrick [FR/FR]; (FR) (US Only).
Inventor: PIRIM, Patrick; (FR).
Agent: LE BRUSQUE, Maurice; Cabinet Hatte & Pheip, 7, rue de Madrid, F-75008 Paris (FR).
Priority Data: 95/09420 26.07.1996 FR

Title: (EN) METHOD AND DEVICE FOR REAL-TIME DETECTION, LOCATION AND DETERMINATION OF THE SPEED AND DIRECTION OF MOVEMENT OF AN AREA OF RELATIVE MOVEMENT IN A SCENE

(FR) PROCEDE ET DISPOSITIF FONCTIONNANT EN TEMPS REEL, POUR LE REPERAGE ET LA LOCALISATION D'UNE ZONE EN MOUVEMENT RELATIF DANS UNE SCENE. AINSI QUE POUR LA DETERMINATION DE LA VITESSE ET DE LA DIRECTION DU DEPLACEMENT

Abstract: (E-N) A method and device for real-time detection, location and determination of the speed and direction of movement of an area of relative movement in a scene, are disclosed. According to the method, the digital video input signal S(Pt) is subjected to a time-based processing step wherein changes in the value of each pixel between one frame and the corresponding previous frame are used to generate a binary signal DP representing a significant change or the lack thereof, and a digital signal CO representing the degree of change; and to a spatial processing step wherein both signals are

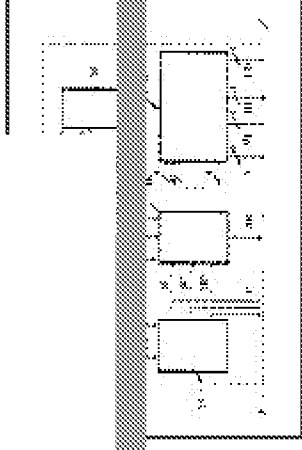


IP SERVICES

Home IP Services

completing with a delay unit (16). Clock (20) and control units (15) are provided for clocking the operation of units (15) and (17).

(FR) L'invention a pour objet un procédé et un dispositif, fonctionnant en temps réel, pour le repérage, la localisation, la détermination de la vitesse et de la direction du déplacement en temps réel d'une zone en mouvement relatif dans une scène. Le procédé réalise un traitement temporel du signal vidéo numérique d'entrée S(Pi), consistant à déduire, des variations de la valeur de chaque pixel entre une trame et la trame correspondante antérieure, un signal binaire DP de variation ou non-variation significative et un signal numérique CO représentatif de l'importance de cette variation, et un traitement spatial, consistant à répartir sur une matrice par roulement ces deux signaux pour une même trame qui défile à travers la matrice et à déduire de cette répartition matricielle le mouvement relatif recherché et ses paramètres. A cet effet, le dispositif comporte une unité de traitement temporel (15) associée à une mémoire (16) et une unité de traitement spatial (17) associée à une unité à retards (18); les unités d'horloge (20) et de commande (19) cadencant le fonctionnement des unités (15 et 17).



Designated States:

AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, CA, CH, CN, CU, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, GB, GE, HU, IL, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MD, MG, MK, MN, MW, MX, NO, NZ, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, TJ, TM, TR, TT, UA, UG, US, UZ, VN, African Regional Intellectual Property Org. (ARIPO) (GH, KE, LS, MW, SD, SZ, UG, ZW) Eurasian Patent Organization (EAPO) (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM) European Patent Office (EPO) (AT, BE, CH, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE) African Intellectual Property Organization (OAPI) (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Publication Language: French (FR)
Filing Language: French (FR)



DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITE DE COOPERATION EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

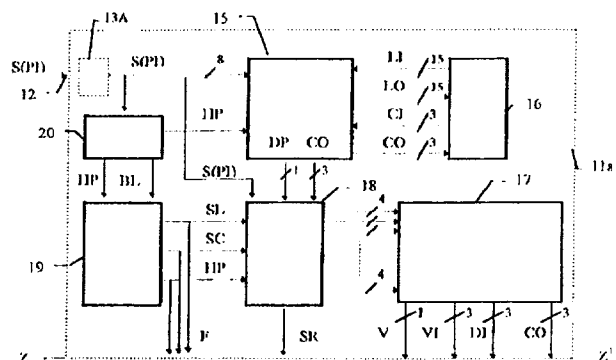
(51) Classification internationale des brevets ⁶ : G06T 7/20	A1	(11) Numéro de publication internationale: WO 98/05002 (43) Date de publication internationale: 5 février 1998 (05.02.98)
<p>(21) Numéro de la demande internationale: PCT/FR97/01354</p> <p>(22) Date de dépôt international: 22 juillet 1997 (22.07.97)</p> <p>(30) Données relatives à la priorité: 96/09420 26 juillet 1996 (26.07.96) FR</p> <p>(71) Déposant (pour tous les Etats désignés sauf US): CARLUS MAGNUS LIMITED [-/-]; Victoria House, Main Street, Gibraltar (GI).</p> <p>(72) Inventeur; et (75) Inventeur/Déposant (US seulement): PRIM, Patrick [FR/FR]; 56, rue Patay, F-75013 Paris (FR).</p> <p>(74) Mandataire: LE BRUSQUE, Maurice; Cabinet Harle & Phelip, 21, rue de la Rochefoucaud, F-75009 Paris (FR).</p>	<p>(81) Etats désignés: AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, CA, CH, CN, CU, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, GB, GE, HU, IL, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MD, MG, MK, MN, MW, MX, NO, NZ, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, TJ, TM, TR, TT, UA, UG, US, UZ, VN, brevet ARIPO (GH, KE, LS, MW, SD, SZ, UG, ZW), brevet eurasien (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), brevet européen (AT, BE, CH, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE), brevet OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, ML, MR, NE, SN, TD, TG).</p> <p>Publiée Avec rapport de recherche internationale. Avec revendications modifiées et déclaration.</p>	

(54) Title: METHOD AND DEVICE FOR REAL-TIME DETECTION, LOCATION AND DETERMINATION OF THE SPEED AND DIRECTION OF MOVEMENT OF AN AREA OF RELATIVE MOVEMENT IN A SCENE

(54) Titre: PROCÉDE ET DISPOSITIF FONCTIONNANT EN TEMPS REEL, POUR LE REPERAGE ET LA LOCALISATION D'UNE ZONE EN MOUVEMENT RELATIF DANS UNE SCENE, AINSI QUE POUR LA DETERMINATION DE LA VITESSE ET DE LA DIRECTION DU DEPLACEMENT

(57) Abstract

A method and device for real-time detection, location and determination of the speed and direction of movement of an area of relative movement in a scene, are disclosed. According to the method, the digital video input signal S(PI) is subjected to a time-based processing step wherein changes in the value of each pixel between one frame and the corresponding previous frame are used to generate a binary signal DP representing a significant change or the lack thereof, and a digital signal CO representing the degree of change; and to a spatial processing step wherein both signals are distributed over a matrix for a single frame passing therethrough, and the relative movement to be sensed as well as the parameters thereof are deduced from the resulting matrix distribution. For this purpose, the device comprises a time processing unit (15) combined with a memory (16) and a spatial processing unit (17) combined with a delay unit (18). Clock (20) and control (19) units are provided for clocking the operation of units (15) and (17).



(57) Abrégé

L'invention a pour objet un procédé et un dispositif, fonctionnant en temps réel, pour le repérage, la localisation, la détermination de la vitesse et de la direction du déplacement en temps réel d'une zone en mouvement relatif dans une scène. Le procédé réalise un traitement temporel du signal vidéo numérique d'entrée S(PI), consistant à déduire, des variations de la valeur de chaque pixel entre une trame et la trame correspondante antérieure, un signal binaire DP de variation ou non-variation significative et un signal numérique CO représentatif de l'importance de cette variation, et un traitement spatial, consistant à répartir sur une matrice par roulement ces deux signaux pour une même trame qui défile à travers la matrice et à déduire de cette répartition matricielle le mouvement relatif recherché et ses paramètres. A cet effet, le dispositif comporte une unité de traitement temporel (15) associée à une mémoire (16) et une unité de traitement spatial (17) associée à une unité à retards (18); les unités d'horloge (20) et de commande (19) cadencent le fonctionnement des unités (15 et 17).

UNIQUEMENT A TITRE D'INFORMATION

Codes utilisés pour identifier les Etats parties au PCT, sur les pages de couverture des brochures publiant des demandes internationales en vertu du PCT.

AL	Albanie	ES	Espagne	LS	Lesotho	SI	Slovénie
AM	Arménie	FI	Finlande	LT	Lituanie	SK	Slovaquie
AT	Autriche	FR	France	LU	Luxembourg	SN	Sénégal
AU	Australie	GA	Gabon	LV	Lettonie	SZ	Swaziland
AZ	Azerbaïdjan	GB	Royaume-Uni	MC	Monaco	TD	Tchad
BA	Bosnie-Herzégovine	GE	Géorgie	MD	République de Moldova	TG	Togo
BB	Barbade	GH	Ghana	MG	Madagascar	TJ	Tadjikistan
BE	Belgique	GN	Guinée	MK	Ex-République yougoslave de Macédoine	TM	Turkménistan
BF	Burkina Faso	GR	Grèce	ML	Mali	TR	Turquie
BG	Bulgarie	HU	Hongrie	MN	Mongolie	TT	Trinité-et-Tobago
BJ	Bénin	IE	Irlande	MR	Mauritanie	UA	Ukraine
BR	Brsil	IL	Israël	MW	Malawi	UG	Ouganda
BY	Bélarus	IS	Islande	MX	Mexique	US	Etats-Unis d'Amérique
CA	Canada	IT	Italie	NE	Niger	UZ	Ouzbékistan
CF	République centrafricaine	JP	Japon	NL	Pays-Bas	VN	Viet Nam
CG	Congo	KE	Kenya	NO	Norvège	YU	Yougoslavie
CH	Suisse	KG	Kirghizistan	NZ	Nouvelle-Zélande	ZW	Zimbabwe
CI	Côte d'Ivoire	KP	République populaire démocratique de Corée	PL	Pologne		
CM	Cameroun	KR	République de Corée	PT	Portugal		
CN	Chine	KZ	Kazakstan	RO	Roumanie		
CU	Cuba	LC	Sainte-Lucie	RU	Fédération de Russie		
CZ	République tchèque	LI	Liechtenstein	SD	Soudan		
DE	Allemagne	LK	Sri Lanka	SE	Suède		
DK	Danemark	LR	Libéria	SG	Singapour		
EE	Estonie						

PROCEDE ET DISPOSITIF FONCTIONNANT EN TEMPS REEL, POUR LE
REPERAGE ET LA LOCALISATION D'UNE ZONE EN MOUVEMENT
RELATIF DANS UNE SCENE, AINSI QUE POUR LA DETERMINATION DE
LA VITESSE ET DE LA DIRECTION DU DEPLACEMENT

5

La présente invention a pour objet un procédé et un dispositif permettant de repérer et de localiser une zone en mouvement relatif dans une scène et de déterminer la vitesse et la direction orientée de ce mouvement relatif, et ceci en temps réel.

Par mouvement relatif, on entend aussi bien le mouvement de ladite zone (qui peut être constituée par un «objet», au sens le plus large incluant un être vivant ou une portion d'un être vivant, une main par exemple) dans un environnement sensiblement immobile, que l'immobilité plus ou moins complète de ladite zone (ou «objet») dans un environnement en déplacement au moins partiel.

L'invention est relative au traitement d'un signal vidéo numérique en provenance d'un système d'observation, constitué par un système optique d'entrée ou objectif, apte à former une image de la scène observée, et par un système de conversion optoélectronique ou capteur, apte à convertir ladite image qu'il reçoit en un signal numérique de sortie.

En général le système d'observation est constitué par une caméra vidéo ou caméscope, qui observe la scène à surveiller (ledit signal de sortie numérique étant alors constitué par le signal vidéo numérique débité par une caméra à sortie numérique ou par la sortie d'un convertisseur analogique/numérique dont l'entrée est connectée à la sortie d'une caméra débitant un signal vidéo analogique).

Le système d'observation pourrait également être constitué par l'objectif d'un instrument d'optique (jumelles, lunette d'observation, viseur), dont on prélève au moins une portion du faisceau lumineux sortant, et par un capteur photo-électronique, de type CCD ou CMOS par exemple, avec l'électronique associée habituelle, capteur recevant l'image formée par ladite portion de faisceau lumineux et le convertissant, par l'électronique associée, en un signal vidéo numérique de sortie.

L'invention consiste essentiellement à traiter le signal vidéo numérique de sortie d'un système d'observation, notamment d'une caméra vidéo, à sortie numérique pour en déduire des signaux signalant l'existence et la localisation d'une zone en déplacement relatif dans ladite scène, ainsi que la vitesse et la direction orientée du déplacement dans le cas où ladite zone se déplace effectivement dans ladite scène relativement à un environnement sensiblement immobile, et ceci en temps réel.

Le système le plus perfectionné pour repérer et localiser un objet en mouvement relatif et déterminer sa vitesse et sa direction orientée de déplacement est le système de la vision animale ou humaine, par exemple d'un chasseur à l'affût localisant le déplacement d'un animal, ainsi que la direction et la vitesse de ce déplacement.

5 Dans la technique antérieure on a proposé des dispositifs de surveillance du type rétine artificielle, soit analogiques (Giocomo Indiveri et al. in Proceedings of MicroNeuro'96 p. 15 à 22), soit numériques (Pierre-François Rüedi in Proceedings of MicroNeuro'96 p. 23 à 29), mais il s'agit dans le premier article de détecteurs et unités analogiques à structure complexe et dans le second article de moyens de repérage des bords d'un objet ; en outre dans les dispositifs décrits
10 on a recours à des mémoires très rapides et de grande capacité pour pouvoir opérer en temps réel, et on obtient des renseignements limités en ce qui concerne les zones ou objets en mouvement.

On a ainsi proposé de mémoriser, dans une première mémoire bi-dimensionnelle, le signal d'une trame en provenance d'une caméra vidéo, ou analogue, constitué par une suite de données concernant les pixels représentatifs de la scène observée par la caméra à un instant t_0 , puis, dans
15 une deuxième mémoire bi-dimensionnelle, le signal vidéo, pour la trame correspondante suivante, représentatif de ladite scène à un instant t_1 . Si un objet s'est déplacé entre t_0 et t_1 , on détermine, d'une part, la distance d parcourue par celui-ci dans la scène entre t_1 et t_0 et, d'autre part, la durée $T = t_1 - t_0$ entre les débuts de deux trames correspondantes successives relatives aux mêmes pixels. La vitesse du déplacement est alors égale à d/T . Un tel système nécessite une capacité
20 totale de mémoire très importante si on désire obtenir des indications précises de vitesse et de direction orientée caractérisant le déplacement. En outre, un certain retard existe en ce qui concerne l'obtention des indications de vitesse et de direction du déplacement ; en effet de telles informations ne sont disponibles qu'à l'instant $t_1 + R$, en appelant R la durée des calculs portant sur l'intervalle $t_0 - t_1$. Ce double inconvénient (nécessité d'une grande capacité de mémoire et
25 retard à l'obtention des informations désirées) limite les applications d'un tel système.

Par ailleurs le brevet français No 2.611.063, dont l'un des inventeurs (Monsieur Patrick Pirim) est l'inventeur de la présente invention, décrit un procédé et un dispositif de traitement en temps réel d'un flot de données séquencé, constitué en particulier par le signal de sortie d'un caméscope, afin de réaliser une compression des données. Selon ce brevet antérieur, on forme
30 l'histogramme des niveaux du signal suivant une loi de classification pour une première séquence, on mémorise la fonction de Gauss représentative associée à cet histogramme, dont on extrait les niveaux maximum et minimum, on compare les niveaux de la séquence ultérieure, ou deuxième séquence, aux dits niveaux du signal pour la première séquence, mémorisé avec une constante de temps constante, identique pour chaque pixel, on engendre un signal binaire de classification qui

caractérise ladite séquence suivante par rapport à la loi de classification, on engendre, à partir de ce signal binaire, un signal auxiliaire représentatif de la durée et de la position d'une plage de valeurs significatives et enfin on engendre, à partir dudit signal auxiliaire, un signal de localisation de la plage ayant la plus longue durée, dite plage dominante; et on répète ces opérations pour les séquences suivantes du signal séquencé. Ce procédé et ce dispositif de classification permettent une compression des données en ne retenant que les paramètres intéressants du flot traité de données séquencé. En particulier ce procédé permet de traiter un signal vidéo numérique représentatif d'une image vidéo en vue d'extraire et localiser au moins une caractéristique d'au moins une zone de ladite image. On peut ainsi classer les niveaux de luminance et/ou de chrominance du signal et caractériser et localiser un objet dans l'image.

Quant au brevet des Etats-Unis n° 5 488 430, il réalise la détection et l'estimation d'un déplacement en déterminant séparément les changements horizontaux et verticaux de l'image de la zone observée. On y utilise des signaux de différence pour détecter des déplacements de la droite vers la gauche, ou inversement et du haut vers le bas, ou inversement, dans les directions horizontale et verticale respectivement, en effectuant la fonction logique OU EXCLUSIF sur des signaux de différence horizontaux/verticaux et des signaux de différence de trames, d'une part, et en utilisant un rapport des sommes de signaux horizontaux/verticaux et des sommes des signaux de différence de trames par rapport à une fenêtre $K \times 3$, d'autre part. Dans ce brevet U.S. 5 488 430 on utilise les valeurs calculées de l'image suivant les deux directions orthogonales horizontale et verticale avec un écart répétitif identique K dans ces deux directions orthogonales, cet écart K étant défini en fonction des vitesses de déplacement qu'on cherche à déterminer. Le dispositif selon ce brevet U.S. détermine la direction des mouvements suivant chacune des deux directions orthogonales en appliquant aux signaux de différence un ensemble d'opérations de calcul indiquées aux colonnes 12 (en début et en fin) et 13 (en début) qui nécessite des opérateurs électroniques, notamment de division, de multiplication et de sommation, fort complexes (donc difficiles à réaliser) ; des opérateurs complexes supplémentaires sont en outre nécessaires pour obtenir, à partir des projections sur les deux axes horizontal et vertical, la vitesse et la direction orientée du déplacement (extraction de racine carrée pour obtenir l'amplitude de la vitesse et calcul de la fonction arctg pour obtenir la direction orientée). On ne prévoit pas, enfin, dans le brevet 5 488 430 la mise en oeuvre d'un lissage des valeurs de pixel au moyen d'une constante de temps, variable pour chaque pixel, afin de compenser les variations trop rapides de ces valeurs.

Au contraire, la mise en oeuvre du procédé selon l'invention est réalisée au moyen d'un dispositif, faisant l'objet de l'invention, qui est de type numérique, avec une structure relativement simple et une mémoire de capacité relativement réduite, et permet l'obtention rapide des

informations désirées, avec des résultats et des applications très variées (qui correspondent suivant l'application à une demi-image complète dans le cas de trames entrelacées ou à une image complète).

Un article par Alberto Tomita Sr. et Rokuya Ishii, intitulé «Hand Shape Extraction from a Sequence of Digitized Gray-Scale Images», dans Institute of Electrical and Electronics Engineers, vol. 3, 1994, p. 1925-1930, met en oeuvre une détection de mouvement par soustraction entre images successives, suivie de la formation d'histogrammes basée sur la forme de la main humaine, afin d'extraire la forme d'une main humaine dans une scène numérisée. L'analyse par histogramme est basée sur une échelle de gris inhérente à la main humaine. On ne prévoit aucune formation d'histogrammes de coordonnées du plan. Le but unique des auteurs de cet article est de détecter les déplacements d'une main humaine, par exemple afin de remplacer, pour l'introduction de données dans un ordinateur, la souris habituelle par une main dont on repère les déplacements.

Au contraire la présente invention n'est pas limitée à détecter le déplacement d'une main, mais permet de détecter le déplacement relatif de tout objet, au sens le plus large, dans une scène et n'utilise pas des histogrammes basés sur les valeurs de gris d'une main, mais des histogrammes de certaines variables numériques particulières représentatives du déplacement éventuel et des histogrammes de coordonnées du plan.

Selon la présente invention :

- on traite un signal vidéo numérique, en provenance d'un système d'observation, signal constitué, à la manière connue, par une succession de trames (qui correspondent à une demi-image dans le cas de deux trames entrelacées par image ou à une image complète dans le cas d'une seule trame par image) comportant chacune un nombre déterminé de lignes successives et, dans chacune de ces lignes, un nombre déterminé de pixels ou points d'image,
- afin d'obtenir, en utilisant une mémoire de capacité relativement faible, des signaux aptes à indiquer s'il existe, dans la scène observée, une zone en déplacement relatif et, dans ce cas, à préciser la localisation, ainsi que la vitesse et la direction (orientée) de ladite zone si elle se déplace effectivement par rapport à son environnement,
- et ceci en élaborant deux signaux numériques caractéristiques, l'un, d'une variation ou non-variation significative du signal de pixel pour le même emplacement de pixel entre deux trames correspondantes successives et, l'autre, de l'amplitude de cette variation, lorsqu'elle existe, et en répartissant matriciellement ces deux signaux pour les pixels d'une portion de trame à un même instant.

L'invention a tout d'abord pour objet un procédé, en temps réel, pour le repérage et la localisation d'une zone en mouvement relatif dans une scène observée par un système

d'observation à sortie constituée par un signal vidéo numérique du type comportant une succession de trames correspondantes, composées chacune d'une succession de lignes, composées chacune d'une succession de pixels, ainsi que pour la détermination de la vitesse et de la direction orientée du déplacement, ledit procédé étant caractérisé en ce qu'il consiste à

5 effectuer sur le signal vidéo numérique de sortie successivement :

- un traitement de lissage dudit signal vidéo numérique de sortie mettant en oeuvre une constante de temps numérique dont la valeur numérique peut être modifiée pour chacun des pixels dudit signal de sortie, indépendamment pour chacun d'entre eux ;
- une mise en mémoire d'une trame dudit signal de sortie après le lissage, d'une part, et de la
10 constante de temps de lissage associée à la dite trame, d'autre part ;
- un traitement temporel consistant, pour chaque position de pixel, à déterminer l'existence, d'une part, et l'amplitude, d'autre part, d'une variation significative de l'amplitude du signal de pixel entre la trame actuelle et la trame juste antérieure lissée, mise en mémoire, et à générer deux signaux numériques, le premier signal étant un signal binaire ou monobit à deux valeurs
15 possibles dont l'une représente l'existence d'une telle variation significative et l'autre l'absence d'une telle variation entre deux trames successives, la valeur dudit signal binaire modifiant la valeur mémorisée de ladite constante de temps afin de la diminuer si ledit signal représente une variation significative et afin de l'augmenter si ce signal ne représente pas une telle variation , la diminution ou l'augmentation étant réalisée d'une manière quantifiée, tandis que le second
20 signal numérique, dit d'amplitude, est un signal multibits à nombre limité de bits, quantifiant l'amplitude de cette variation ; et
- un traitement spatial consistant, pour chaque trame de signal vidéo numérique d'entrée,
 - à répartir, afin de caractériser les valeurs des pixels, en une matrice à nombre de lignes et nombre de colonnes réduits, par rapport respectivement au nombre de lignes et au nombre
25 de pixels par ligne dans le signal vidéo, uniquement les valeurs, au même instant d'observation, pour une fraction des pixels d'une trame - fraction qui défile par balayage à travers ladite matrice pendant la durée d'une trame - dudit signal binaire, d'une part, et dudit signal numérique d'amplitude, d'autre part,
 - à déterminer, dans cette double représentation matricielle instantanée, une zone
30 particularisée, dans laquelle à la fois ledit signal binaire a la valeur recherchée représentant la présence, ou respectivement l'absence, de variation significative et ledit signal numérique d'amplitude varie, ou respectivement ne varie pas, d'une valeur significative entre pixels voisins dans la matrice suivant une direction orientée à partir d'un pixel d'origine, et ceci pour une même portion de trame. donc à un même instant d'observation, et

- à engendrer des signaux représentatifs de l'existence et de la localisation de la zone en déplacement relatif, ainsi que la vitesse relative intertrames et la direction orientée de ce déplacement, s'il existe, relativement à son environnement, à partir de la répartition matricielle instantanée de ces deux signaux numériques, binaire et d'amplitude.

- 5 De préférence, le procédé selon invention est caractérisé en ce qu'il consiste, en outre,
- à former les histogrammes des valeurs des signaux répartis matriciellement, d'une part, et les histogrammes des inclinaisons de deux axes, à pente variable, de coordonnées dans un plan, d'autre part,
 - à repérer, dans chaque histogramme formé, un domaine de variation significative de la
- 10 valeur traitée et
- à déduire, de chaque domaine repéré, l'existence et la localisation, ainsi que la vitesse et la direction orientée, d'une zone en mouvement relatif.

Dans des modes de réalisation particuliers :

- ladite matrice est une matrice carrée à même nombre impair $(2l + 1)$ de lignes et de colonnes, et on considère les matrices emboîtées de 3×3 , 5×5 , 7×7 ,... $(2l + 1) \times (2l + 1)$ éléments centrées sur le centre de cette matrice carrée afin de déterminer la matrice emboîtée de plus petite taille dans laquelle ledit signal numérique varie dans une direction orientée à partir dudit centre, la valeur dudit signal binaire représentant un dépassement du seuil selon cette direction,
 - ladite matrice est une matrice hexagonale et on considère les matrices hexagonales emboîtées
- 20 de taille croissante centrées sur le centre de cette matrice hexagonale afin de déterminer la matrice emboîtée de plus petite taille dans laquelle ledit signal numérique varie dans une direction orientée,
- ladite matrice est une matrice en L renversé à une seule ligne et une seule colonne et on considère les matrices emboîtées de 3×3 pixels, 5×5 pixels, 7×7 pixels...
- 25 $(2l + 1) \times (2l + 1)$ pixels, pour la ligne et la colonne uniques, afin de déterminer la matrice de plus petite taille dans laquelle le signal varie dans une direction orientée, à savoir la ligne de plus grande pente à quantification constante.

Avantageusement ladite constante de temps est de la forme 2^p , p étant un nombre inférieur à 16, pouvant donc être exprimé par pas plus de 4 bits, la diminution ou l'augmentation de la

30 constante de temps étant réalisée par la soustraction ou l'addition d'une unité à p .

Dans ce cas, si on le désire, on considère des portions successives décroissantes de trames complètes suivant l'algorithme temps - échelle de Mallat et sélectionne la plus grande de ces portions, qui donne des indications de déplacement, vitesse et orientation, compatible avec la valeur de p .

L'invention a également pour objet un dispositif, fonctionnant en temps réel, pour le repérage et la localisation d'une zone en mouvement relatif dans une scène observée par un système d'observation à sortie constituée par un signal vidéo numérique, du type comportant une succession de trames correspondantes, des lignes successives dans chaque trame correspondante et des pixels successifs dans chaque ligne, ainsi que pour la détermination de la vitesse et de la direction orientée du déplacement, par mise en oeuvre du procédé susmentionné, ledit dispositif recevant, en entrée, ledit signal vidéo de sortie et étant caractérisé en ce qu'il comporte en combinaison :

- des moyens de lissage dudit signal vidéo numérique de sortie mettant en oeuvre une constante de temps numérique dont la valeur numérique peut être modifiée pour chacun des pixels dudit signal de sortie, indépendamment pour chacun d'entre eux ;
- des moyens de mémorisation d'une trame dudit signal de sortie après lissage, d'une part, et de la constante de temps de lissage associée à ladite trame, d'autre part ;
- une unité de traitement temporel pour analyser les variations temporelles de l'amplitude du signal de pixel, pour une même position de pixel, entre la trame actuelle et la trame juste antérieure lissée, mise en mémoire, dudit signal vidéo numérique, ladite unité comportant, en association avec une mémoire apte à recevoir, stocker et restituer des informations relatives à la trame correspondante précédente lissée, des moyens de comparaison pour déterminer, pour chaque position de pixel dans la trame du signal vidéo entrant, si la valeur absolue de la différence entre le signal de pixel actuel et une valeur représentative du signal de pixel, pour la même position de pixel, dans la trame antérieure, valeur représentative stockée dans ladite mémoire, dépasse ou non un seuil, en générant un signal binaire ou monobit à deux valeurs, dont l'une représente l'existence d'un dépassement et dont l'autre représente l'absence d'un dépassement, et des moyens de calcul aptes à déterminer un signal numérique d'amplitude multibits, à nombre réduit de bits, dont la valeur est fonction de l'amplitude de la variation de la valeur du même pixel entre la trame actuelle et la trame juste antérieure lissée, mise en mémoire, du signal vidéo numérique ; et
- un ensemble de traitement spatial, dont les entrées reçoivent, de l'unité de traitement temporel, lesdits signaux binaire et numérique d'amplitude successifs pour les pixels d'une même trame, ladite unité comportant des moyens aptes à caractériser les valeurs d'amplitude des pixels, ces moyens répartissant, suivant une matrice à nombre de lignes et nombre de colonnes réduits par rapport respectivement au nombre de lignes et au nombre de pixels par ligne dans une trame dudit signal vidéo numérique, uniquement lesdits signaux binaire et numérique d'amplitude relatif à un même instant, c'est-à-dire à une même trame, celle-ci défilant par balayage à travers

ladite matrice pendant la durée d'une trame, des moyens de repérage pour déterminer, dans ladite matrice, une zone de pixels dans laquelle, à cet instant, le signal binaire a la valeur recherchée et des moyens pour déterminer, dans ladite matrice, une zone de pixels dans laquelle, à ce même instant, le signal numérique d'amplitude varie d'une quantité significative entre pixels voisins, et des moyens qui, en réponse aux indications des deux derniers moyens précédents, génèrent des signaux représentatifs de cette zone de pixels, donc de l'existence et de la localisation d'une zone en mouvement relatif dans la scène observée, ainsi que de la vitesse relative intertrames et de la direction orientée de cette zone lorsqu'elle se déplace effectivement relativement à son environnement.

De préférence l'unité de traitement spatial comporte, en outre, une sortie débitant un signal vidéo numérique retardé constitué par le signal vidéo numérique d'entrée retardé d'une durée égale à la durée des lignes d'une matrice diminuée de la durée d'une ligne afin de fournir un signal de sortie contemporain de l'analyse de la matrice dans ladite unité de traitement temporel.

De préférence, dans le dispositif selon l'invention, l'ensemble de traitement spatial comporte des moyens de retard en cascade dont chacun impose un retard égal à l'écart temporel entre les débuts de deux lignes successives et des moyens à retard en cascade pour chaque ligne imposant chacun un retard égal à l'écart temporel entre deux pixels successifs d'une ligne, les sorties de l'ensemble de tous les registres et de l'entrée des premiers registres de chaque ligne débitant à un instant donné les valeurs dudit signal binaire et dudit signal numérique d'amplitude, à un même instant, vers lesdits moyens de repérage.

Avantageusement le dispositif selon l'invention comporte également des moyens formant les histogrammes des valeurs de sortie de ladite unité de traitement spatial, ainsi que les histogrammes des inclinaisons de deux axes, à pente variable, de coordonnées dans un plan, des moyens pour repérer, dans chaque histogramme, un domaine de variation significative de la valeur traitée, afin de valider ce domaine en leur sortie et de déduire, pour l'ensemble des histogrammes, des signaux de sortie qui signalent et localisent une zone de la scène observée en mouvement relatif, si elle existe, ainsi que la vitesse et la direction orientée de ce mouvement si ladite zone se déplace effectivement par rapport à son environnement.

Si on désire détecter le mouvement d'un objet dans un environnement sensiblement immobile, on détermine la zone de la matrice dans laquelle simultanément le signal binaire a la valeur correspondant à un dépassement du seuil et le signal numérique d'amplitude varie d'une valeur significative entre pixels voisins d'une trame.

Au contraire, si on désire détecter l'immobilité d'un objet dans un environnement sensiblement en mouvement, on détermine la zone de la matrice dans laquelle simultanément le

signal binaire a la valeur correspondant à un non-dépassement du seuil et le signal numérique d'amplitude ne varie pas entre pixels voisins d'une trame.

De préférence, dans le dispositif pour le repérage, la localisation et la détermination de la vitesse et de la direction orientée du déplacement d'une zone en mouvement relatif dans une scène, par mise en oeuvre du procédé susmentionné :

- lesdits moyens de lissage comportent une entrée qui reçoit ledit signal vidéo numérique et calculent, pour les pixels successifs d'une trame de ce signal vidéo, un signal lissé, dans lequel les variations temporelles du signal vidéo numérique d'entrée sont diminuées, par mise en oeuvre d'un signal de seuil reçu sur une autre entrée et d'une constante de temps relative à chaque position de pixel d'une trame, dont la valeur est successivement modifiée afin que le lissage conserve, tout en la réduisant, la tendance de variation du signal vidéo numérique entrant, ces moyens de lissage coopérant avec l'unité de mémoire qui reçoit, stocke et restitue les valeurs actualisées, pour chaque portion de pixel d'une trame, du signal lissé et de ladite constante de temps et débitent, sur leurs sorties, au moins la succession, pour chaque position de pixel, des valeurs de la constante de temps actualisée et des valeurs d'un signal binaire de dépassement ou non-dépassement dudit seuil par la valeur absolue de la différence entre la valeur du pixel et sa valeur lissée ; ladite unité de traitement spatial réalisant la répartition matricielle, par lignes et colonnes en nombre réduit, des sorties desdits moyens de lissage, à savoir des valeurs successives de la constante de temps et dudit signal binaire ;
- on prévoit des moyens de repérage pour repérer, dans ladite répartition matricielle, une zone de pixels dans laquelle, à la fois, soit la valeur dudit signal binaire correspond à un dépassement de seuil et ladite constante de temps varie entre pixels voisins d'une valeur significative dans une direction, et pour produire des signaux de sortie indiquant la localisation de ladite zone et la vitesse et la direction orientée du déplacement dans ladite zone, soit la valeur dudit signal binaire correspond à un non-dépassement du seuil et ladite constante de temps ne varie pas entre pixels voisins et pour produire des signaux de sortie indiquant la localisation de ladite zone.

Dans les modes de réalisation préférés :

- lesdits moyens de lissage comprennent, en combinaison avec une mémoire vidéo ou mémoire de trame (field memory) qui stocke les valeurs successives, pour chaque pixel de trame, de ladite constante de temps et du signal vidéo numérique lissé, des moyens de calcul, pour chaque pixel, de la valeur absolue de la différence entre la valeur du signal vidéo numérique provenant de la caméra et la valeur du signal vidéo numérique précédent lissé, des moyens pour comparer cette différence à un seuil et pour engendrer un signal binaire, dont une des

- deux valeurs indique un dépassement dudit seuil et l'autre valeur indique un non-dépassement de celui-ci ; des moyens de mise à jour de la constante de temps recevant de ladite mémoire la valeur juste antérieure de la constante de temps et la diminuant si elle reçoit un signal binaire dont la valeur indique un dépassement de seuil, mais l'augmentant si la valeur du signal binaire indique un non-dépassement, la diminution ou l'augmentation n'ayant toutefois pas lieu si elle aboutissait respectivement à une valeur négative ou à une valeur supérieure à une valeur seuil, et des moyens de mise à jour de la valeur lissée du signal vidéo numérique qui ajoutent algébriquement à la valeur antérieure de ce signal lissé reçue de ladite mémoire le quotient de la différence entre le signal vidéo numérique en provenance de la camera et le signal vidéo numérique lissé précédent en provenance de ladite mémoire par un facteur égal à la valeur de la constante de temps antérieure en provenance de ladite mémoire ;
- 5
- ladite constante de temps est sous la forme 2^p , p étant un nombre entier inférieur à 16, pouvant donc être représenté par au plus 4 bits, la diminution ou l'augmentation de la constante de temps étant réalisée par la soustraction ou l'addition d'une unité à p ;
- 10
- lesdits moyens de répartition matricielle comprennent, en combinaison avec des moyens de retard appliquant des retards successifs, égaux à la durée d'une ligne du signal vidéo, au signal vidéo numérique en provenance de la caméra pour débiter sur une succession des sorties, ce signal vidéo retardé de la durée d'un retard, de deux retards et ainsi de suite jusqu'à un nombre de retards égal au nombre de lignes de la matrice de répartition spatiale diminué d'une unité,
- 15
- des moyens de répartition matricielle suivant les lignes successives de la matrice recevant, d'une part, le signal vidéo numérique de la caméra non retardé et ce signal progressivement retardé en provenance des sorties des moyens de retard et, d'autre part, les valeurs de la constante de temps et dudit signal binaire en provenance desdits moyens de lissage, pour réaliser une répartition matricielle, par lignes et par colonnes, à un instant donné desdites
- 20
- valeurs de la constante de temps et du signal binaire pour les pixels d'une portion de trame du signal vidéo numérique de dimension égale à celle de la matrice ;
- 25
- les moyens de répartition matricielle comportent une succession de conducteurs de signaux numériques en nombre égal à celui des lignes de la matrice de répartition, chacun avec des registres à décalage, connectés en série, imposant chacun un retard égal à l'écart temporel
- 30
- entre deux pixels successifs d'une ligne du signal vidéo numérique, la position d'un pixel réparti dans la matrice étant déterminé par un point de la matrice situé en amont d'un registre à retard, dont le nombre par ligne est égal au nombre de colonnes dans la matrice diminué d'une unité, et par un point en aval du registre à décalage le plus en aval ;

- lesdits moyens de repérage, dans ladite matrice, d'une zone en déplacement, par détection de la présence simultanée d'une valeur du signal binaire indiquant un dépassement et de la variation de la valeur de la constante de temps, comprennent des moyens pour déterminer, suivant des directions orientées discrètes numérisées, la pente de la variation de la valeur de la constante de temps au voisinage d'un pixel au centre de ladite matrice, constituant l'origine pour lesdites directions, et des moyens pour sélectionner la pente la plus forte de variation au voisinage de ce centre-origine et en déterminer la direction orientée, en tenant compte d'un critère de choix pour la sélection de la direction en cas de plus d'une direction de même pente maximale de variation, ces derniers moyens débitant, en sortie, des signaux représentatifs de la vitesse et de la direction orientée du déplacement dans la zone en déplacement, avec un signal de validation indiquant que ces signaux de vitesse et de direction sont validés, ainsi que de la valeur de la constante de temps.

De préférence dans le cas où le dispositif selon l'invention les comporte, les moyens formant les histogrammes comprennent chacun :

- des entrées recevant le signal dont on forme l'histogramme et un signal de validation en provenance des moyens de répartition matricielle ; et
- des moyens pour établir deux histogrammes unidimensionnels linéaires pour les deux coordonnées du plan et pour combiner ces deux histogrammes linéaires en un histogramme de surface représentant la zone de variation significative du signal d'entrée ; et
- une sortie débitant un signal représentatif de cette zone.

En outre les moyens formant les histogrammes comprennent de préférence :

- des moyens de calcul de changement de repère, dont les entrées reçoivent un signal de séquence de lignes, un signal de séquence de colonnes et un signal d'horloge de pixel et dont la sortie est représentative du changement de repère ;
- deux moyens de formation d'histogrammes pour deux axes, recevant les deux signaux de repère et formant les histogrammes de ces axes ; et
- des moyens de zone recevant les sorties des deux moyens de formation d'histogrammes pour les deux axes et débitant, en sortie, un signal d'information de pente globale des deux axes.

Dans certaines applications, on peut prévoir que ladite constante de temps est constituée par le numéro d'ordre des intervalles, en nombre limité, et en grandeur progressivement croissante, selon lesquels on découpe la valeur absolue de la différence entre la valeur de pixel actuel et la valeur juste antérieure du même pixel après lissage, pour chaque position de pixel.

Avantageusement pour déterminer le signal binaire de dépassement ou non-dépassement du seuil, on compare à un seuil, pour chaque position de pixel, la valeur absolue de la différence

entre la valeur du pixel actuel qui entre et la valeur du même pixel lissée juste antérieure en provenance de la mémoire.

En ce qui concerne le signal numérique d'amplitude, on le génère, de préférence, sous la forme d'un nombre entier qui représente la tendance au rapprochement entre la valeur du pixel
5 actuel et la valeur de ce même pixel juste antérieure lissée, pour chaque position de pixel.

Une des caractéristiques de l'invention est constituée par le fait que, pour déterminer tant le signal binaire que le signal numérique d'amplitude, on utilise, pour la valeur du pixel juste antérieure, une valeur lissée de celui-ci mise en mémoire, afin de réduire les variations temporelles excessives de ce signal de pixel qui peuvent exister dans le signal vidéo numérique d'entrée en
10 provenance de la caméra vidéo ou autre dispositif d'observation à sortie numérique.

On sait en effet qu'une opération de lissage a pour effet de substituer progressivement, à un signal numérique à variations importantes d'amplitude dans le temps, un signal présentant des variations plus réduites et donc plus facilement quantifiables avec un nombre réduit de paliers, donc de bits, dans le signal numérique d'amplitude lissé.

On va décrire maintenant, avec référence au dessin annexé, un mode de réalisation préféré,
15 donné à titre d'exemple illustratif, et nullement limitatif, d'un dispositif selon l'invention mettant en oeuvre le procédé selon l'invention.

Sur ce dessin :

La Fig. 1 illustre très schématiquement l'ensemble du système selon l'invention avec son
20 entrée et ses sorties, ainsi que le signal d'entrée pour ce système.

La Fig. 2 représente, sous forme de blocs fonctionnels, les principales unités d'un dispositif selon l'invention formant un ensemble de traitement temporel et spatial.

La Fig. 3 et la Fig. 4 illustrent les schémas fonctionnels, respectivement de l'ensemble de traitement temporel par calcul et de l'ensemble de traitement spatial par répartition matricielle, qui
25 font partie du dispositif de la Fig. 2.

La Fig. 5 schématise le traitement temporel et le traitement spatial dans un système selon l'invention.

La Fig. 6 illustre la valeur numérique, selon le code de Freeman, des directions discrètes à partir d'un centre d'origine dans la matrice de la Fig. 4.

La Fig. 7 illustre deux matrices emboîtées de petite taille à l'intérieur de la matrice de répartition temporelle.

Les Fig. 8 et 9 décrivent deux autres types de matrice, respectivement hexagonale et en L renversé

La Fig. 10 illustre schématiquement l'assemblage, selon la ligne $Z - Z^1$ du dispositif de la Fig. 2 avec un ensemble supplémentaire selon une réalisation préférée de l'invention.

La Fig. 11 représente, sous forme de blocs, ledit ensemble supplémentaire de la Fig. 10; la Fig. 2 et la Fig. 11 étant assemblées le long de la ligne $Z - Z^1$, en traits mixtes, figurant sur la Fig. 2 et la Fig. 10.

La Fig. 12 illustre la formation de deux histogrammes unidimensionnels et, à partir de ceux-ci, d'un histogramme superficiel de zone en déplacement, pour un signal d'entrée.

La Fig. 13 représente plus en détail un bloc ou unité de formation et traitement d'histogramme et son bloc de combinaison linéaire associé.

La Fig. 14 illustre un histogramme unidimensionnel.

La Fig. 15 et la Fig. 16 illustrent l'utilisation de la variation de la pente d'observation d'une scène.

La Fig. 17, la Fig. 18 et la Fig. 19 illustrent, sous forme de blocs pour les deux premières figures, d'autres applications possibles d'un dispositif selon l'invention, la première figure concernant la vidéoconférence, la seconde étant relative à la surveillance des autoroutes (ou routes principales) et la troisième concernant la commande d'une machine par le mouvement de la main d'un opérateur.

Les Fig. 20 et 21 représentent schématiquement l'application de l'invention à la surveillance de l'endormissement d'un conducteur automobile.

La Fig. 22 montre l'image transformée suivant le diagramme de Mallat.

En référant d'abord à la Fig. 1, on voit que, dans le mode de réalisation préféré, le dispositif 11, selon l'invention, comporte d'abord une entrée 12 qui reçoit un signal vidéo numérique S d'une caméra vidéo ou caméscope 13, à un ou plusieurs capteurs CCD de type CMOS, avec sortie numérique directe ou à sortie analogique convertie, dans un convertisseur analogique/numérique, en sortie numérique. Ce signal S est constitué, à la manière connue, par une succession de paires de trames entrelacées telles que TR_1 et TR'_1 , TR_2 et TR'_2 , comportant chacune une succession de lignes de balayage horizontal, chaque ligne (telle que $l_{1,1}, l_{1,2}, \dots, l_{1,17}$ de TR_1 et $l_{2,1}$ de TR_2) étant constituée par une succession de signaux élémentaires de pixels ou points-images PI représentatifs de points (tels que : $a_{1,1}, a_{1,2}$, et $a_{1,3}$ pour la ligne $l_{1,1}$; $a_{2,1}, a_{2,2}$ pour la ligne $l_{1,2}$; $a_{17,1}$ et $a_{17,2}$ pour la ligne $l_{1,17}$; $a_{1,1}$, $a_{1,2}$ pour la ligne $l_{2,1}$) de la scène 13a surveillée par la caméra 13 ; c'est pourquoi sur le dessin on a indiqué $S(PI)$, à savoir un signal S constitué par des pixels PI.

A la manière connue, $S(PI)$ comporte des signaux de synchronisation trame ST au début de chaque trame et de synchronisation ligne SL au début de chaque ligne.

On voit donc que le signal S(PI) est constitué

- par une succession de séquences (les trames successives) dans le cadre d'un domaine temporel et
- dans chaque séquence (dans chaque trame) par une série de sous-séquences (lignes, pixels) dans le cadre d'un domaine spatial.

Dans le domaine temporel, on désignera par l'expression «trames successives» les trames successives de même nature (c'est-à-dire les trames impaires, par exemple TR_1 , ou respectivement paires, par exemple TR'_1) des paires de trames, par exemple $TR_1 - TR'_1$, formant les images successives du signal vidéo numérique S(PI) et par l'expression «pixels successifs dans la même position» les valeurs de pixel (PI) successives en un même emplacement des trames successives de même nature, par exemple $a_{1,1}$ de $l_{1,1}$ de la trame TR_1 et $a_{1,1}$ de $l_{2,1}$ de la trame correspondante suivante TR_2 .

Le dispositif 11 comporte par ailleurs des sorties 14 débitant divers signaux numériques, élaborés par lui, utiles pour signaler l'existence d'une zone ou «objet» (au sens le plus général indiqué ci-dessus) en déplacement relatif et sa localisation, de même que sa vitesse et sa direction de déplacement si celui-ci est effectif par rapport à un environnement sensiblement immobile, à savoir le signal complexe ZH groupant schématiquement les signaux signalant d'existence et la localisation de cette zone ou objet, la vitesse V et de direction orientée DI du déplacement, et éventuellement le signal vidéo numérique d'entrée S retardé en synchronisme avec les signaux précédents, pour tenir compte de leur temps de calcul, ce signal retardé SR permettant de visionner, sur l'écran d'un moniteur ou d'un téléviseur 10, l'image perçue par la camera 13 au moment où sont disponibles les renseignements concernant la zone éventuelle en déplacement relatif, à savoir le signal ZH, (V, DI), utilisables dans un ensemble de traitement et contrôle 10a.

Avec référence à la Fig. 2, on va expliciter la structure de la première partie du dispositif 11 de la Fig. 1, cette première partie étant représentée à l'intérieur du cadre 11a en traits interrompus de cette Fig. 2.

L'ensemble 11a comprend essentiellement, d'une part, une unité de traitement temporel 15, avec une unité mémoire associée 16, et, d'autre part, une unité de traitement spatial 17, avec une unité à retards 18 et une unité de séquençement 19 associées, ainsi qu'une horloge de pixel 20 cadencant l'unité de traitement temporel 15 et l'unité de séquençement 19.

L'unité 15 de traitement temporel, qui réalise, entre autres, un lissage du signal vidéo :

- élabore, à partir du signal vidéo numérique S, provenant de la caméra vidéo 13 et comportant une succession de valeurs de pixel PI, et à partir des impulsions HP engendrés par l'horloge 20 (à partir de signal S) à la cadence des pixels dans une trame (en particulier 13,5 MHz) un

certain nombre de grandeurs, comme exposé ci-après avec référence à la Fig. 3, et échange avec la mémoire 16 les valeurs de deux de ces grandeurs, à savoir les valeurs lissées L du signal vidéo numérique et les valeurs C de la constante de temps du lissage, les valeurs L et C étant suivies de la lettre O pour les valeurs entrant dans la mémoire 16 à partir de l'unité 15 ou

- 5 de la lettre I pour les valeurs sortant de la mémoire 16 pour atteindre l'unité 15, et
- débite, en sortie, un signal binaire DP de dépassement ou non-dépassement de seuil et un signal numérique CO indiquant la valeur calculée actualisée de la constante de temps, à savoir la valeur CO envoyée dans la mémoire 16.

La structure par blocs de calcul et/ou comparaison de l'unité de traitement temporel 15 est explicitée sur la Fig. 3 ; l'unité 15 comporte quatre blocs 15a, 15b, 15c, 15d.

Le premier bloc 15a de l'unité 15, à partir

- du signal vidéo numérique d'entrée S, constitué formé par une succession de signaux de pixels PI, et
- d'une valeur lissée LI de ce signal S pour la trame correspondante juste antérieure, calculée auparavant par l'unité 15 en tant que LO et stockée temporairement dans la mémoire 16 (comme expliqué ci-après)
- 15 – à la cadence imposée par les signaux d'horloge HP de l'horloge 20, calcule la valeur absolue AB de la différence entre les valeurs entrantes de PI et LI pour une même position de pixel (par exemple $a_{1,1}$, de $I_{1,1}$ de TR_1 et de $I_{2,1}$ de TR_2)

$$20 \quad AB = |PI - LI|.$$

Le deuxième bloc 15b est un bloc de test :

- il reçoit le signal numérique précité AB de l'unité 15a et un signal numérique de valeur de seuil SE, qui pourrait être fixe, mais qui est en général fonction de la valeur de pixel ; on le fait alors varier dans le même sens que celui-ci pour constituer une correction de gamma (les moyens connus afin d'effectuer la variation de SE pour réaliser une correction de gamma étant représentés par le bloc optionnel 15e en traits interrompus) ; et
- 25 – il compare ces deux signaux numériques représentatifs de AB et SE afin de déterminer un signal binaire DP, c'est-à-dire pouvant prendre deux valeurs 1 et 0, qui signalent un dépassement ou un non-dépassement, respectivement, dudit seuil SE par AB :
- 30 – si AB est supérieur à SE, DP se verra attribuer, dans l'unité 15b, la valeur 1 représentative d'un dépassement ;
- si AB est inférieur ou égal à SE, DP recevra, dans l'unité 15b, la valeur 0 représentative de non-dépassement.

En fait lorsque $DP = 1$, il y a une trop grande différence entre PI et LI, c'est-à-dire entre le signal vidéo numérique d'entrée et le signal vidéo numérique précédent lissé, et il faut diminuer cette différence en réduisant la constante de temps de lissage et inversement si $DP = 0$ il faut augmenter cette constante de temps.

5 Le troisième bloc 15c réalise justement la variation désirée de valeur de la constante de temps en fonction de la valeur de DP :

– si $DP = 1$, le bloc 15c diminue d'une valeur unitaire U la contante de temps : CO (nouvelle valeur de cette constante) = CI (ancienne valeur de la constante) - U ;

– si $DP = 0$, le bloc 15c augmente de la même valeur unitaire U la constante de temps :
10 CO = CI + U.

A cet effet le bloc 15c reçoit, sur une entrée, le signal de dépassement binaire précité DP en provenance du bloc 15b et, sur une autre entrée, le signal CI, qui est la valeur de la constante de temps antérieure stockée dans la mémoire 16, et effectue la diminution ou l'accroissement, de la valeur unité U, de la constante de temps entrante CI qui devient CO envoyée dans ladite
15 mémoire 16 en remplacement de CI.

Avantageusement la constante de temps, dont dépend la convergence du lissage (en fonction du temps nécessaire pour que la valeur lissée atteigne la valeur d'entrée du signal vidéo numérique), est représentée par une puissance de 2, à savoir par une valeur 2^p , et c'est alors ce nombre entier p qui sera diminué ou augmenté, dans le bloc 15c, d'une unité, c'est-à-dire de 1 ;
20 alors sur la Fig. 3 on a $U = 1$ pour p ,

– si $DP = 1$, le bloc 15c soustrait une unité (1) du facteur p de la constante de temps 2^p , qui devient 2^{p-1} ;

– si $DP = 0$, le bloc 15c ajoute une unité (1) au facteur p de la constante de temps 2^p , qui devient 2^{p+1} .

25 Le choix d'une constante de temps du type 2^p a le double avantage de correspondre à la physiologie de la vision humaine et de permettre des calculs plus simples, ce qui simplifie la structure du bloc 15c.

Le bloc 15c doit assurer en outre une double condition, à savoir garder CO entre deux valeurs limites : CO ne doit pas devenir négatif ($CO \geq 0$) et ne doit pas dépasser un seuil N ($CO \leq N$). Dans le cas particulier où CI et CO sont de la forme 2^p , le seuil supérieur N est
30 représenté par un nombre entier n qui constitue une valeur maximale pour p .

Le seuil supérieur N (ou n) peut être soit constant, soit variable ; dans ce dernier cas une unité optionnelle 15f (en traits interrompus) réalise cette variation de N (ou n) sur l'ordre de l'utilisateur par exemple. Une augmentation de N a pour conséquence d'augmenter la sensibilité

de la détection du déplacement, tandis que la diminution de N améliore la détection des grandes vitesses.

Enfin le quatrième bloc 15d reçoit, sur une première entrée, la valeur CO de la nouvelle constante de temps élaborée dans le bloc 15c, sur une deuxième entrée, le signal vidéo numérique d'entrée S sous la forme d'une information de valeur de pixel PI et, sur une troisième entrée, la
 5 valeur lissée du signal vidéo numérique d'entrée précédent, à savoir LI, en provenance de la mémoire 16 et il calcule

$$LO = LI + (PI - LI) / CO$$

qui est débité sur sa sortie.

10 En fait le terme $(PI - LI) / CO$ représente la modification apportée à la valeur lissée du signal vidéo numérique, en tenant compte de la valeur modifiée CO de la constante de temps et il est proportionnel à la différence algébrique entre la valeur effective du pixel d'entrée actuel PI en provenance de la caméra 13 et sa valeur de lissage antérieure LI et inversement proportionnel à CO.

15 Si $CO = 2^p$, alors

$$LO = LI + (PI - LI) / 2^p$$

en tenant compte de p_0 , valeur de p calculée dans l'unité 15c, et qui remplace dans la mémoire 16 la valeur précédente p_i de p .

20 Par conséquent l'unité de traitement temporel 15 à quatre blocs de calcul 15a, 15b, 15c, 15d :

- reçoit S(PI) de la caméra vidéo 13, les impulsions d'horloge HP, pour le cadencement des opérations, les signaux de seuil SE et N (ou n) ;
- détermine, à partir de signaux d'entrée LI et CI en provenance de la mémoire associée 16, des signaux actualisés LO et CO qui sont envoyés dans ladite mémoire en remplacement
 25 respectivement de LI et CI et qui représentent respectivement les nouvelles valeurs calculées du signal vidéo numérique lissé et de la constante de temps ;
- et débite en sortie, vers l'unité de traitement spatial 17, à travers l'unité à retards 18, le signal CO précité et le signal binaire de dépassement DP qu'elle a calculés à partir de PI, LI et SE.

30 L'opération de lissage a pour but de normaliser les variations de la valeur numérique du signal vidéo d'entrée pour chaque pixel ou point d'image, à savoir la variation de chaque PI, en réduisant les écarts de variation et en substituant, pour chaque pixel, aux valeurs successives réelles variables de PI en ce point d'image des valeurs lissées LO, moins variables que les valeurs PI.

Ainsi à chaque PI entrant, l'unité de traitement temporel 15 substitue, en combinaison avec la mémoire 16, une valeur lissée LO à variations réduites, par mise en oeuvre d'un signal binaire DP de dépassement ou non d'un seuil et d'un signal CO de constante de temps qui sont actualisés et envoyés dans l'unité de traitement spatial 17 illustrée sur la Fig. 4.

5 On peut repérer chaque pixel à l'intérieur de la surface d'une trame par deux coordonnées (en principe orthogonales) d'abscisses et d'ordonnées, à savoir x et y , en attribuant au pixel deux indices i (numéro de la ligne) pour la coordonnée y et j (numéro du pixel dans la ligne) pour la coordonnée x . Chaque pixel d'indices i et j a une valeur vidéo (valeur de l'amplitude du signal vidéo) PI_{ij} .

10 Si on considère maintenant l'évolution, dans le temps t , des PI_{ij} pour des trames correspondantes successives aux instants successifs $t_0, t_1, t_2, t_3 \dots$, séparés par une période T correspondant à la période d'image (égale en général à deux périodes de trame) et qui peut être de 0,04 s dans le cas d'une fréquence de 25 Hz pour le signal d'image vidéo et de 0,0333... s dans le cas d'une fréquence de 30 Hz pour ce signal, ou de 50 Hz pour des capteurs à image progressive (1 trame/1 image), le signal d'un pixel vidéo d'indices de localisation i et j a des valeurs successives notées $PI_{ijt_0}, PI_{ijt_1}, PI_{ijt_2}, PI_{ijt_3} \dots$ à ces instants $t_0, t_1, t_2, t_3 \dots$

Dans le cadre de l'invention on substitue, dans l'unité de traitement temporel 15, à P_{ijt} les valeurs de lissage successives LO_{ijt} , savoir $LO_{ijt_0}, LO_{ijt_1}, LO_{ijt_2}, LO_{ijt_3} \dots$

20 Pour chacun des pixels ou points d'image successifs de coordonnées i, j , à l'instant t , c'est-à-dire P_{ijt} , on substitue à sa valeur réelle PI_{ijt} une valeur lissée donnée par la formule

$$LO_{ijt} = LI_{ij(t-1)} + (PI_{ijt} - LI_{ij(t-1)}) / CO_{ijt}$$

La constante de temps est de préférence de la forme 2^{pijt} .

25 Les calculs effectués dans l'unité 15, notamment dans le bloc 15d, pour chaque intervalle de temps T séparant t_1 de t_0 , t_2 de t_1 , t_3 de t_2 , etc. assurent une convergence de la valeur LO_{ijt} vers la valeur PI_{ijt} , dont la rapidité dépend de la constante de temps qui est variable dans l'espace (et dépend donc de i et j) et dans le temps (et dépend donc de t) et qu'on peut écrire CO_{ijt} .

Dans tous les cas plus CO_{ijt} est grand, plus la convergence de LO_{ijt} est lente. Si $CO_{ijt} = 1$, il n'y a plus de lissage.

30 On peut évidemment dans les formules précédentes substituer respectivement les coordonnées cartésiennes y et x aux indices i et j de numéro d'ordre de ligne et de pixel par ligne.

Le bloc 15a calcule $AB = |PI - LI|$, les indices i, j et t n'étant pas explicités, la grandeur AB étant représentative de la variabilité instantanée du signal vidéo numérique $S(PI)$ par rapport au signal lissé LI , pour chaque triplet i, j, t .

C'est une des caractéristiques d'un dispositif selon l'invention de réaliser, dans l'unité 15 de traitement temporel, un lissage des valeurs de pixel, de déterminer les valeurs successives, pour chaque pixel, d'une constante de temps de lissage et d'un signal binaire de dépassement ou non-dépassement d'un seuil par la valeur absolue de la différence entre la valeur du pixel et la valeur lissée de ce pixel pour deux trames correspondantes successives, pour distribuer, suivant une
5 matrice plane, à la fois les valeurs numériques, à un même instant, de ladite constante de temps et les valeurs dudit signal binaire pour les pixels d'une portion limitée de trame, portion qui balaie la trame, afin de localiser, grâce aux variations locales de ces deux valeurs à cet instant, une zone en mouvement relatif et de déterminer la vitesse et la direction (orientée) de déplacement effectif en
10 fonction de cette répartition, ceci étant effectué un ensemble de traitement spatial, décrit ci-après avec référence à la Fig. 4.

La convergence du lissage est assurée par les blocs de calcul 15b et 15c qui déterminent une variation de la valeur de la nouvelle constante de temps entrante CO (en fait CO_{ijt}) telle qu'elle accélère la convergence. Ceci est réalisé en comparant AB (en fait AB_{ijt}) à un seuil SE, qui
15 peut avoir une valeur constante ou de préférence variable et dans ce dernier cas être fonction de la valeur de pixel afin d'assurer une correction de gamma : si la valeur de pixel croît, le seuil croît et vice et versa. Le résultat de la comparaison de AB avec le seuil SE (en fait SE_{ijt} si le seuil varie en fonction de la valeur de pixel, cette variation étant réalisé dans un bloc éventuel de calcul 15e) génère dans le bloc 15b le signal binaire de déplacement DP à deux valeurs possibles 1 et 0,
20 comme expliqué ci-dessus.

Le signal binaire DP arrive dans le bloc 15c pour faire varier la valeur de la constante de temps. A cette fin l'unité de calcul 15c reçoit également la valeur de la constante de temps entrante CI en provenance de la mémoire 16 et l'actualise en nouvelle valeur de la constante de temps CO qui est, entre autres, envoyée dans la mémoire 16 où elle est substituée à l'ancienne
25 valeur CI ; en fait pour les valeurs de CI et CO, il s'agit de CI_{ij} et CO_{ij} à deux instants successifs, par exemple t_0 et t_1 , séparés par l'intervalle T entre deux trames correspondantes (soit impaires, soit paires) successives.

Le bloc 15c recevant DP et CI ajoute ou soustrait une valeur unitaire (U) à la valeur de la constante de temps CI ou une unité à p lorsque CO est de la forme 2^p suivant que le signal binaire
30 DP représente un dépassement ($DP = 1$) ou un non-dépassement ($DP = 0$).

S'il y a dépassement, c'est que la valeur de cette constante est trop forte et on le diminue et vice et versa.

En outre le bloc 15c s'assure que la nouvelle valeur de la constante de temps CO, déduite de CI par addition ou soustraction d'une unité, reste comprise entre 0 (CO non négatif) et une

valeur seuil N (CO non supérieur à N). Si cette double condition n'est pas remplie, le bloc 15c ne modifie pas la valeur de CI (qui était elle effectivement à l'intérieur de l'intervalle de 0 à N , limites comprises) et alors $CO = CI$.

La valeur limite supérieure N ou n peut ou bien être constante ou bien être variable ; dans ce dernier cas elle ne doit pas dépasser une valeur limite N_{\max} (ou n_{\max}) ; la variation éventuelle étant imposée par le bloc 15f sous l'effet d'une commande à la disposition de l'utilisateur.

En variante, on peut faire dépendre N ou n de PI (N , n et PI étant en fait affectés du triplet d'indices i, j, t) afin d'assurer une régulation de la variation de LO (qui est calculé dans le bloc 15d) en fonction du niveau de PI , ce qui peut s'exprimer par « N_{ijt} ou n_{ijt} est une fonction de PI_{ijt} », la détermination de N_{ijt} ou $n_{ijt} = f(PI_{ijt})$ étant effectuée dans un bloc de calcul substitué au bloc illustré 15f et recevant, en plus de N , la valeur de PI à partir de la caméra vidéo 13.

On peut avantageusement imposer à la constante de temps C (en fait à chaque C_{ijt}) la condition d'avoir une valeur numérique qui soit un multiple de 2, plus particulièrement une puissance de 2, quel que soient i, j et t ; dans ce cas particulier $C_{ijt} = 2^{p(ijt)}$, p étant un nombre entier petit, fonction de i, j et t , représentable par un nombre réduits de bits. Cette condition procure les avantages supplémentaires mentionnés ci-dessus :

- la loi de convergence du lissage est voisine des lois de la physiologie de la vision humaine
- la réalisation électronique des blocs 15c et 15d est plus simple ; en particulier, dans le bloc 15d, qui a pour objet de déterminer l'évolution de la valeur de la constante de temps, pour chaque couple i, j , par la formule

$$LO = LI + (PI - LI) / CO,$$

les calculs sont simplifiés si CO est de la forme 2^p (p étant un nombre entier petit), la valeur de seuil n de p étant elle-même un nombre entier petit, représentable par un nombre limité de bits.

Dans tous les cas, la nouvelle valeur LO de lissage du signal vidéo numérique d'entrée S est envoyée dans la mémoire 16 dans laquelle elle se substitue à LI (et ceci pour chaque couple d'indices ij).

On peut constater, à l'examen des Fig. 2 et 3 que l'unité de traitement temporel 15, qui comporte les blocs de calcul 15a, 15b, 15c, 15d, et éventuellement le bloc 15e et/ou le bloc 15f, et qui coopère avec la mémoire 16, détermine, comme exposé ci-dessus, et délivre en sortie, pour chaque triplet i, j, t ,

- d'une part, la valeur lissée LO actualisée qui est transférée à la mémoire 16 en remplacement de la valeur de lissage antérieur LI

- d'autre part, deux signaux numériques, à savoir :
 - un signal binaire DP, qui indique soit le dépassement ($DP = 1$), soit le non-dépassement ($DP = 0$) d'un certain seuil par la variation en valeur absolue du signal de pixel entrant en provenance de la caméra vidéo par rapport au signal de pixel antérieur lissé pour le même point
 - 5 ; et
 - un signal numérique d'amplitude, constitué par la valeur de la constante de temps actualisée CO ;

ces signaux numériques DP et CO sont reçus, à travers l'unité à retards 18, par l'unité de traitement spatial 17 qui sera décrite ci-après, le signal CO étant également reçu par mémoire 16 dans laquelle la valeur CO se substitue à la valeur antérieure CI pour le même pixel.

On voit donc que la capacité de la mémoire 16 pour stocker les valeurs successives du signal de pixel lissé, d'une part, et de la constante de temps, d'autre part, c'est-à-dire, en supposant qu'il y ait R pixels dans une trame, donc 2R pixels par image complète, doit être d'au moins $2R(e + f)$ bits en appelant e et f les nombres de bits attribués respectivement à un signal de pixel et à une constante de temps. En fait la capacité de la mémoire n'a pas besoin d'être beaucoup plus grande ; il suffit qu'elle dépasse $2R(e + f)$ bits du nombre de bits nécessaire pour assurer son fonctionnement correct, notamment pour l'adressage et l'extraction des bits des signaux de pixel lissés et des bits des constantes de temps en fonction des indices i et j . Si chaque image vidéo est constituée par une seule trame il suffira de $R(e + f)$ bits au lieu de $2R(e + f)$ bits.

Les sorties DP_{ij} et CO_{ij} , à un instant t , de l'ensemble de traitement temporel 15 sont analysées et utilisées dans un ensemble de traitement spatial illustré sur la Fig. 4, l'assemblage des Fig. 3 et 4 étant illustré sur la Fig. 2.

En fait l'ensemble 15 de traitement temporel traite les signaux de trames, tandis que l'ensemble 17 de traitement spatial de la Fig. 4 traite les sous-séquences de lignes et de pixels dans une trame.

Sur la Fig. 5 on a schématisé le traitement temporel des séquences de trames correspondantes successives TR_1, TR_2, TR_3 superposées sur la figure et le traitement spatial dans la première de ces trames, c'est-à-dire TR_1 , en illustrant les coordonnées cartésiennes x et y et un pixel PI de coordonnées y, x , c'est-à-dire d'indices i, j au temps t_1 ; les pixels successifs de mêmes indices ij sur les trois trames TR_1, TR_2, TR_3 sont indexés $i, j, t_1, ij/t_2$ et ijt_3 respectivement et ils ont les valeurs de pixels PI_{ijt1}, PI_{ijt2} et PI_{ijt3} respectivement. Un plan de la Fig. 5 correspond à un traitement spatial d'une trame, tandis que la superposition des plans correspond au traitement temporel (le temps t étant la variable)

L'unité de traitement spatial 17, à laquelle est associé une unité à retards 18 (également illustrée sur la Fig. 4), coopère avec une unité de commande 19 qui est contrôlée par une horloge 20 qui débite une impulsion d'horloge HP à chacun des signaux de pixel successifs (Fig. 2 pour l'ensemble)

5 Les sorties DP_{ij} et CO_{ij} de l'unité 15 de traitement temporel sont réparties dans l'unité 17 suivant une matrice 21 de dimension réduite comportant un nombre de lignes et un nombre de colonnes très inférieurs respectivement au nombre de lignes L et de pixels M par ligne des DP_{ij} et CO_{ij} à un instant t donné. En particulier la matrice peut comprendre $2l + 1$ lignes suivant l'axe des y et $2m + 1$ colonnes suivant l'axe des x (en coordonnées cartésiennes), l et m étant des
10 nombres entiers petits. Avantagement on choisit l et m parmi les puissances de 2, l étant égal à 2^a et m à 2^b , a et b étant des nombres entiers de l'ordre de 2 à 5 par exemple. Pour simplifier le dessin et l'explication, on prend, à titre d'exemple, $m = l$ (bien qu'ils puissent être différents) et $m = l = 2^3 = 8$; dans ce cas la matrice 21 aura $2 \times 8 + 1 = 17$ lignes et 17 colonnes.

15 Sur la Fig. 4 on a représenté une partie des 17 lignes $Y_0, Y_1, \dots, Y_{15}, Y_{16}$ et une partie des 17 colonnes $X_0, X_1, \dots, X_{15}, X_{16}$ constituant la matrice 21 de l'unité 17.

Il s'agit de répartir suivant la matrice 21 à $l + 1$ lignes, en particulier 17 lignes, et $m + 1$ colonnes, en particulier 17 colonnes, les flux entrants des DP_{ij} et CO_{ij} , c'est-à-dire des signaux binaires de dépassement DP et des signaux numériques d'amplitude représentant la constante de temps CO, qui arrivent de l'unité 15 de traitement temporel, suivant une distribution
20 matricielle plus étendue pour une trame, à savoir de L lignes, en particulier 312,5, et M pixels par ligne, en particulier de l'ordre de 250 à 800 suivant le standard TV utilisé.

Pour distinguer les deux matrices à savoir celle du signal vidéo de $L \times M$ et celle de l'unité 17 de $l \times m$, référencée 21, on utilisera les indices i et j suivant les deux coordonnées de la première (qui n'apparaît que lorsqu'on visualise sur un écran de téléviseur ou moniteur le signal
25 vidéo numérique) et les indices x et y suivant les deux coordonnées de la seconde (représentée sur la Fig. 4); à un instant donné, un pixel de valeur instantanée PI_{ij} est caractérisé à l'entrée de l'unité de traitement spatial 17 par deux signaux numériques DP_{ij} et CO_{ij} . La matrice du $L \times M$ de ces deux signaux se déplace par balayage à travers la matrice 21 de $(2l + 1) \times (2m + 1)$ beaucoup plus petite, comme expliqué ci-après avec référence à la Fig. 4, la matrice 21
30 matérialisant $(2l + 1) \times (2m + 1)$ pixels correspondant à une même trame.

Dans cette matrice 21, chaque pixel est défini par un numéro d'ordre de ligne compris entre 0 et 16 (bornes incluses) pour les lignes Y_0 à Y_{16} respectivement et un numéro d'ordre de colonne compris entre 0 et 16 (bornes comprises) pour les colonnes X_0 à X_{16} respectivement, dans le cas où $l = m = 8$, soit $2l + 1 = 2m + 1 = 17$. Dans ce cas la matrice 21 réalisera une

représentation dans le plan de $17 \times 17 = 289$ pixels, alors que la matrice du signal vidéo comportera plusieurs dizaines ou centaines de milliers des pixels ou même d'avantage.

Sur la Fig. 4, on a illustré par des rectangles allongés horizontaux Y_0 à Y_{16} , dont seulement quatre ont été représentés, à savoir Y_0 , Y_1 , Y_{15} et Y_{16} , et par des lignes verticales X_0 à X_{16} , dont seulement quatre ont été représentées, à savoir X_0 , X_1 , X_{15} et X_{16} , cette matrice 21 (de l'unité 17) à 17×17 points d'image ou pixels d'indices définis à l'intersection d'une ligne d'ordonnée et d'une colonne d'abscisse. Par exemple la position de pixel P_{88} est à l'intersection de la colonne 8 et de la ligne 8, comme illustré sur la figure en e, centre de la matrice 21.

Pour réaliser la répartition spatiale successive de portions de cette matrice de $L \times M$ suivant la matrice 21 de $(2l + 1)(2m + 1)$, on associe à l'unité 17 une unité à retards 18 qui reçoit, d'une part, les signaux DP et CO (affectés des indices ijt) et, d'autre part, le signal de pixel d'entrée S, c'est-à-dire PI (également d'indices ijt), ainsi qu'un signal HP en provenance d'une horloge 20 et des signaux de séquence ligne SL et de séquence colonne SC (Fig. 2 et 4).

Comme représenté sur la Fig. 1, le signal S(PI) comporte, en plus des signaux de valeurs de pixel tels que $a_{1,1}$, $a_{1,2}$ constituant une séquence temporelle (trames successives) et des sous-séquences spatiales (pixels par lignes dans chaque trame), des signaux de synchronisation ST, SL, dont l'unité d'horloge 20 déduit non seulement un signal d'horloge, à la fréquence de 13,5 MHz par exemple, à savoir un top pour chaque pixel d'une trame vidéo, mais également des signaux de blanking BL qui rendent non-opératoire l'unité 19 pendant les signaux de synchronisation précités.

En réponse à ces signaux HP et BL en provenance de l'horloge 20 (Fig. 2) l'unité de cadencement 19 débite sur l'unité à retards 18 un signal de séquence lignes SL à une fréquence égale au quotient de 13,5 MHz par le nombre de colonnes par trame, soit par exemple 400, et un signal de trame SC dont la fréquence est égale au quotient précité 13,5/400 MHz divisé par le nombre de lignes d'image vidéo, par exemple 312,5, ainsi que HP.

C'est à partir de ces signaux SL et SC et du signal d'horloge HP que l'unité 18 assure la répartition spatiale ligne par ligne suivant la matrice 21.

A cet effet les lignes successives Y_0 à Y_{16} reçoivent les signaux DP et CO :

- non retardés (ligne Y_0) ;
 - retardés d'une période TP, égale à la durée d'une ligne de trame (ligne Y_1),
 - retardés de 2TP (ligne Y_2),
- et ainsi de suite jusqu'à
- retardés de 16TP (ligne Y_{16}).

Les retards successifs de la durée d'une ligne de trame, savoir TP, sont réalisés dans une cascade de seize circuits à retard r_1, r_2, \dots, r_{16} qui desservent les lignes Y_1, Y_2, \dots, Y_{16} respectivement, la ligne Y_0 étant desservie directement par les signaux DP et CO non retardés en provenance de l'unité 15.

5 L'ensemble des circuits r_1, r_2, \dots, r_{16} peut être constitué par une ligne à retard à seize sorties, le retard imposé par une section quelconque entre deux sorties successives étant constant et égal à TP.

Le défilement de la totalité de la matrice trame de $L \times M$ sur la matrice 21 de $(2l + 1)(2m + 1)$ est assurée, en ce qui concerne les lignes successives des trames successives par roulement, par l'unité de cadencement 19 grâce aux signaux SL de séquence lignes, comme suit.

En ce qui concerne le déplacement par roulement des pixels d'une ligne de la matrice d'une trame sur la matrice de 17×17 , par exemple de X_0 à X_{16} sur la ligne Y_0 , elle est réalisée par une cascade de seize registres à décalage d sur chacune des 17 lignes de Y_0 à Y_{16} (soit au total $16 \times 17 = 272$ registres à décalage) disposés dans chaque ligne entre deux positions successives de pixels, soit entre les positions PI_{00} et PI_{01} le registre d_{01} , entre les positions PI_{01} et PI_{02} le registre d_{02} , etc. Chaque registre impose un retard de TS égal à l'écart temporel entre deux pixels successifs d'une ligne, grâce aux signaux SC de séquence colonne.

On notera que du fait que les lignes l_1, l_2, \dots, l_{17} d'une trame TR_1 (Fig. 1), tant pour S(PI) que pour DP et CO, arrivent décalées de TP (durée complète d'une ligne) l'une après l'autre à 20 l'unité 18 et que celle-ci les distribue avec des retards croissant progressivement de TP sur les lignes Y_0, Y_1, \dots, Y_{17} , celles-ci affichent à un instant donné les signaux de DP et CO pour les lignes l_1, l_2, \dots, l_{17} d'une même portion de trame.

De même dans une ligne donnée, telle que l_1 , les signaux de pixels successifs $a_{1,1}, a_{1,2}, \dots$ arrivent décalés de TS et les registres à décalage d imposent un retard également égal à TS ; il en résulte donc que les signaux de DP et CO pour des pixels d'une ligne donnée Y_0 à Y_{16} de la matrice 21, pixels disponibles sur cette ligne, sont contemporains, c'est à dire qu'ils correspondent à une même portion de trame.

Il s'agit donc, tant pour les lignes que pour les pixels de ces lignes d'une portion de trame, d'un traitement purement spatial, car la matrice 21 affiche, en ses 17×17 positions de pixels, les 30 valeurs de DP et CO pour les 17 pixels de chacune des 17 lignes d'une même matrice du signal vidéo numérique S(PI), bien que ces pixels, tels que $a_{1,1}$, arrivent successivement ligne par ligne et pixel par pixel dans chacune des lignes successives (Fig. 1) dans l'unité 18, de même que les signaux correspondants DP et CO qui sont affichés.

Les signaux représentatifs des CO et des DP contemporains de la matrice 21 sont disponibles, à un instant donné, sur les $16 \times 17 = 272$ sorties des registres à décalage, ainsi qu'en amont des 17 registres en tête des 17 lignes, c'est-à-dire des registres $d_{0,1}, d_{1,1} \dots d_{16,1}$, ce qui fait au total $16 \times 17 + 17 = 17 \times 17$ sorties pour les 17×17 positions $P_{0,0}, P_{0,1}, \dots P_{8,8} \dots P_{16,16}$.

5 A l'intérieur de la matrice 21, autour du centre de celle-ci \underline{e} de coordonnées $x = 8, y = 8$ (et c'est pour cela que le nombre de lignes et le nombre de colonnes de la matrice 21 est de préférence impair : $2l + 1$ et $2m + 1$ respectivement), on peut considérer en particulier une petite matrice de 3 lignes et de 3 colonnes dont l'élément central de ses 9 éléments est justement le pixel \underline{e} de coordonnées $x = 8, y = 8$. Soit

$$\begin{array}{ccc}
 a & b & c \\
 d & \underline{e} & f \text{ (M3)} \\
 g & h & i
 \end{array}$$

cette petite matrice, dont l'élément central \underline{e} a été souligné.

15 A cette matrice de 3×3 éléments, comportant 8 emplacements a, b, c, d, f, g, h, i tout autour de l'élément ou emplacement central \underline{e} , on peut faire correspondre 8 directions orientées partant chacune de l'emplacement central \underline{e} et aboutissant à l'un des 8 autres.

A cet effet, on peut repérer les 8 directions au moyen du code de Freeman illustré sur la Fig. 6, les directions étant codées de 0 à 7, à partir de l'axe des x , de 45° en 45° . En code de Freeman, les 8 directions orientées possibles numérotées de 0 à 7, sont représentables par un nombre à 3 bits, car $2^3 = 8$, à savoir 8 possibilités.

Si on reprend la petite matrice précédente M3, les 8 directions selon le code de Freeman à partir de la position centrale \underline{e} sont les suivantes

$$\begin{array}{ccc}
 3 & 2 & 1 \\
 4 & \underline{e} & 0 \\
 5 & 6 & 7
 \end{array}$$

25 comme explicité sur la Fig. 6

Revenant à la matrice 21 de la Fig. 4 à 17×17 points d'image ou pixels, on va exposer d'abord comment on y repère une zone en déplacement relatif par rapport à un environnement sensiblement immobile dans la scène, observée par la caméra vidéo 13 et donc représentée dans le signal numérique vidéo S composé de pixels PI_{ij} , et comment on détermine la vitesse et la direction orientée d'un déplacement effectif par rapport à un environnement sensiblement immobile.

Entre deux trames successives, telles que TR_1 et TR_2 (Fig. 5), les PI_{ij} pixels du signal S seront caractérisés, en ce qui concerne leur variation entre l'instant t_1 (première trame) et l'instant t_2 (deuxième trame) par les deux signaux DP_{ij} et CO_{ij} repartis par balayage suivant la matrice 21.

Il existe une variation significative de la valeur de pixel en un point de cette matrice si $DP = 1$ pour ce point. Donc une zone en déplacement effectif est repérée par la zone de la matrice à l'intérieur de laquelle $DP = 1$ en chaque point.

En fait on examine simultanément, dans une unité de calcul 17a, à l'intérieur de la matrice 21 à 17×17 emplacements, les différentes matrices carrées emboîtées centrées sur e de dimensions 15×15 , 13×13 , 11×11 , 9×9 , 7×7 , 5×5 et 3×3 , cette dernière étant la matrice M_3 précitée. On détermine quelle est la matrice parmi celles-ci qui est celle de plus petite dimension à posséder des $DP = 1$ alignés suivant une droite qui détermine la direction du déplacement de la zone dans laquelle $DP = 1$ et qui détermine une variation de $+1$ et -1 autour de CO . Pour une variation de $+1$ et -1 autour de CO , il faut que $DP = 1$ à chaque valeur, pour accepter le test. C'est la matrice la plus petite participant au test qui est choisie (ligne de plus grande pente).

Ensuite à l'intérieur de cette zone en déplacement dans une des matrices emboîtées, par exemple dans la petite matrice M_3 de 3×3 éléments, on détermine si CO varie de chaque côté de la position centrale, dans une direction donnée, de $+1$ dans une direction orientée et de -1 dans la même direction mais de sens opposé. Par exemple si on a $-1, 0, +1$ dans la direction (orientée) 1, c'est-à-dire dans les positions g, e, c respectivement de la petite matrice M_3 , alors le déplacement existe dans cette matrice de droite à gauche dans la direction (orientée) 1 du code de Freeman (Fig. 6). Bien entendu simultanément dans cette direction de la petite matrice $DP = 1$. Plus CO varie de $+1$ ou -1 entre deux positions voisines suivant une direction dans une matrice de plus grande taille parmi les matrices emboîtées de 3×3 à 15×15 , plus la vitesse du déplacement est grande. Par exemple si on a $-1, 0, +1$ dans la direction orientée 1, c'est-à-dire g, e, c , dans la matrice de 9×9 , référencée M_9 , le déplacement sera plus rapide que dans le cas où l'on a $-1, 0, +1$ dans la matrice M_3 de 3×3 (Fig. 7).

Du fait que CO est une puissance de 2 et est représentée par cette puissance dans les modes de réalisation préférés, on peut repérer une gamme étendue de vitesses en utilisant quelques bits seulement pour la puissance de 2, tout en repérant même une vitesse relativement faible (qu'on peut choisir en augmentant l'écart pour le test ; par exemple $-2, 0, +2$ dans la matrice M_3 de 3×3 indique une vitesse deux fois plus faible par rapport à la vitesse correspondante à la matrice M_3 de $-1, 0, +1$, et ce pour les mêmes positions g, e, c).

Il y a lieu de prévoir en outre deux tests pour lever les incertitudes :

- un premier test choisit la variation la plus forte, c'est-à-dire la constante de temps la plus élevée, dans le cas où l'on a dans une des matrices emboîtées, par exemple dans la petite matrice M3 de 3 x 3 éléments, des variations de CO suivant plusieurs directions ;
- un second test choisit, arbitrairement, une direction parmi deux (ou plusieurs) directions
5 suivant lesquelles la variation de CO est identique, par exemple en choisissant la valeur la plus faible du code de Freeman ; en fait un tel cas se produit la plupart du temps lorsque la direction (orientée) réelle du déplacement se trouve sensiblement entre deux directions codées successives dans le code de Freeman, par exemple entre les directions 1 et 2, ce qui correspond à une direction (orientée) pouvant être notée 1, 5 (Fig. 6), faisant environ 67,5° avec celle de
10 l'axe des x (direction 0 dans le code de Freeman).

La détermination de la direction orientée et de la vitesse d'une zone en déplacement effectif de la manière qui vient d'être décrite est réalisée par l'unité de calcul 17a (Fig. 4) associée à l'unité 17 et qui reçoit les 17 x 17 sorties précitées de la matrice 21, tant pour CO que pour DP (deux sorties de 21, à savoir $s_{0,1}$ et $s_{0,16}$, sont représentées). L'unité 17a traite les valeurs de
15 CO et DP pour les matrices emboîtées successives et détermine d'après ces valeurs la direction orientée (dans le code de Freeman) et la vitesse du déplacement (suivant la matrice à retenir parmi les matrices emboîtées), en appliquant éventuellement les tests précités.

Le défilement de la totalité d'une trame du signal vidéo numérique à travers la matrice 21 a lieu

- d'abord pour le groupe des 17 premières lignes, lignes 1 à 17, de la trame : de la gauche vers la droite de la trame en considérant le mouvement relatif, comme illustré pour la trame TR₂ sur la Fig. 5 : de la portion TM₁ à l'extrême gauche, puis TM₂ décalée d'une colonne par rapport à TM₁ et ceci jusqu'à TM_M (M étant le nombre de pixels par ligne de trame) à l'extrême droite ;
- ensuite, de manière analogue de la gauche vers la droite de colonne en colonne, pour les lignes
25 2 à 18 de la trame ; et
- ainsi de suite en descendant chaque fois d'une ligne : ligne 3 à 19... jusqu'au dernier groupe en bas de la trame, à savoir celui des lignes L - 16 ... L (L étant le nombre de lignes par trame).

En considérant les Fig. 2 et 4 on voit que les sorties des unités 17, 18 et 19, c'est-à-dire de l'ensemble de traitements spatial, sont :

- un signal V représentant la vitesse du déplacement, d'après l'amplitude de la variation maximale de CO dans la zone repérée, dont la valeur peut être par exemple représentée par une échelle de huit nombres entiers de 0 à 7 si la vitesse est sous la forme numérique de puissances de 2, donc comporte 3 bits ;

- un signal DI représentant la direction de ce déplacement, d'après la direction de cette variation maximale, la valeur de DI pouvant également être représentée par une parmi les huit valeurs de 0 à 7 dans le code de Freeman, donc comporter 3 bits ;
- un signal de validation VL précisant que le résultat pour la vitesse et la direction (orientée) est valide, afin de pouvoir distinguer une sortie valide avec $V = 0$ et $DI = 0$, de l'absence de sortie due à un incident, ce signal étant soit 1 (sortie valide) soit 0 (sortie absente) ; donc un seul bit est nécessaire pour VL ;
- avantageusement un signal CO de constante de temps, donc de 3 bits par exemple ;
- (les 3 ou 4 signaux V, DI, VL et éventuellement CO étant débités par l'unité 17 de traitement spatial et son électronique associée)
- un signal vidéo retardé SR constitué par le signal vidéo d'entrée S retardé dans l'unité à retards 18 des 16 durées consécutives de lignes TR et donc de la durée de la répartition du signal S dans la matrice 21 de 17×17 , de manière à disposer du signal vidéo numérique contemporain de la représentation matricielle dans la matrice 21, signal dont le contenu peut être affiché en clair sur l'écran d'un téléviseur ou d'un moniteur ;
- l'ensemble des trois signaux de sortie de l'unité 19, à savoir les signaux d'horloge HP, de séquence ligne SL et de séquence de colonne SC.

Aux matrices rectangulaires emboîtées des Fig. 4 et 7, on peut substituer des matrices hexagonales emboîtées (Fig. 8) ou une matrice en forme de L renversé (Fig. 9).

- 20 Dans le cas de la Fig. 8, les matrices emboîtées (dont on n'a représenté que les matrices MR1 et MR2 les plus centrales) sont toutes centrées sur le point MR0 qui correspond au point central (en lequel le signal binaire est «0») des matrices M3, M9 de la Fig. 7. L'avantage d'un système de matrices hexagonales c'est qu'il permet, d'une part, d'utiliser des axes de coordonnées obliques, x_a, y_a et, d'autre part, une décomposition en triangles ayant des cotés identiques, ce qui
- 25 réalise le calcul des vitesses isotropes.

La matrice de la Fig. 9 est composée d'une seule ligne L_u et d'une seule colonne C_u à partir de la case centrale MR_u dans laquelle les deux signaux DP et CO valent respectivement «1» pour DP et augmente ou diminue d'une unité pour CO, en cas de déplacement.

On détermine ainsi si la direction du déplacement (relatif) est

- 30 - dans le sens de la coordonnée x : le signal CO est identique dans toutes les cases de la colonne C_u , et le signal binaire DP est égal à 1 dans les cases de la ligne L_u , de l'origine MR_u à la valeur CO_u jusqu'à la case où CO vaut $CO_u + 1$ ou -1 inclus ;

- dans le sens de la coordonnée y : le signal CO est identique dans toutes les cases de la ligne L_u , et le signal binaire DP est égal à 1 dans les cases de la colonne C_u , de l'origine MR_u à la valeur CO_u jusqu'à la case où CO vaut $CO_u + 1$ ou -1 inclus ;
- ou enfin oblique relativement à x et y : le signal binaire DP est égal à 1 et CO vaut CO_u dans les cases de L_u et dans les cases de C_u , la pente étant déterminée par la perpendiculaire à la ligne passant par les deux cases dans lesquelles le signal CO_u change de valeur d'une unité, le signal DP étant toujours égal à 1.

Sur la Fig. 9 on a illustré le cas où $DP = 1$ et CO_u change de valeur d'une unité dans deux cases particulières L_{u3} et C_{u5} et indiqué la pente correspondante P_p .

10 Dans tous les cas, la vitesse du déplacement est fonction de la case dans laquelle CO change de valeur d'une unité.

Si CO change d'une unité que dans L_u ou C_u , elle correspond à la valeur de la case de variation de CO.

Si CO change d'une unité dans une case de L_u et dans une case de C_u , la vitesse est proportionnelle à la distance entre MR_u et E_x (intersection de la ligne perpendiculaire à $C_u - L_u$ passant par MR_u).

Le système décrit jusqu'à présent avec référence aux Fig. 1 à 9 est avantageusement complété par un système complémentaire qui va être décrit avec référence aux Fig. 11 à 16 pour constituer un système global 22 illustré sur la Fig. 10, sur laquelle on a représenté, d'une part, l'ensemble 11a de la Fig. 2 avec indication des signaux V, DI, VL, C, SR et composite F (HP, SL, SC) envoyés par l'ensemble 11 (qui reçoit le signal vidéo numérique d'entrée S) à l'ensemble 22a (qui débite une sortie composite ZH).

La ligne d'assemblage $Z - Z_1$ entre les ensembles 11a et 22a est illustrée sur les Fig. 2, 10 et 11, les sorties de l'ensemble 11a étant connectées aux entrées de l'ensemble 22a suivant $Z - Z_1$ pour transmettre les signaux précités.

La sortie de l'unité 22a et donc du dispositif global 22 est constituée par un signal composite ZH fournissant l'information désirée sur la zone en déplacement relatif de la scène 13a surveillée par la caméra vidéo 13.

L'unité complémentaire 22a, connectée aux sorties de l'unité 11a, est illustrée sur la Fig. 11 sous la forme de blocs fonctionnels, en rappelant que cette figure se raccorde suivant la ligne $Z - Z_1$ (à sa partie supérieure) à la Fig. 2 suivant la ligne $Z - Z_1$ (à la partie inférieure de cette dernière figure).

L'unité de la Fig. 11 constitue essentiellement un dispositif de formation et d'utilisation d'histogrammes et elle comporte :

- une micro-ligne bus 23 qui véhicule un certain nombre de signaux numériques, détaillés ci-après ;
- six blocs ou unités de formation et de traitement d'histogrammes, référencés 24, 25, 26, 27, 28, 29, respectivement pour les histogrammes de signaux vidéo numériques retardés SR, de vitesses V, de directions orientées (en code de Freeman) DI, de constantes de temps CO, de premiers axes $x(m)$ et de seconds axes $y(m)$;
- six blocs ou unités de combinaison linéaire 30, 31, 32, 33, 34, 35 associant leurs entrées en provenance du bus 23 pour former chacune un signal de validation $V_1, V_2, V_3, V_4, V_5, V_6$ pour les six blocs 24, 25, 26, 27, 28, 29 respectivement, 30 étant associée à 24, 31 étant associée à 25, 32 étant associée à 26, 33 étant associée à 27, 34 étant associée à 28 et 35 étant associée à 29 ;
- un bloc ou unité de zone en mouvement 36 coordonnant les sorties des blocs 28 et 29 pour les axes $x(m)$ et $y(m)$; et
- un bloc ou unité de changement de repère 37 recevant des signaux $x(m)_0$ et $y(m)_0$ d'orientation des axes $x(m)$ et $y(m)$, ainsi que des signaux d'horloge de pixel HP, de séquence ligne SL et de séquence colonne SC (ces trois signaux étant groupés dans le faisceau F des Fig. 2, 4, 10 et 11) en provenance de l'unité 19 des Fig. 2 et 4, et formant les signaux $x(m)_1$ et $y(m)_1$ envoyés respectivement aux unités 28 et 29.

Les unités 24, 25, 26, et 27 débitent chacune sa sortie SSR, SV, SDI, SDO sur le bus 23, alors que les unités 28 et 29 débitent chacune un signal $x(m)_2, y(m)_2$ sur une des deux entrées de l'unité de zone en mouvement 36, qui combine ces deux signaux en provenance des unités 28 et 29 et débite en sortie un signal composite $xy(m)$ sur le bus 23.

Le fonctionnement de chacune des unités 24 à 29 de formation et de traitement d'histogramme, qui reçoit en entrée, d'une part, un signal de validation V_1, V_2, V_3, V_4, V_5 ou V_6 de l'unité de combinaison linéaire 30 à 35 associée et, d'autre part, un signal SR, V, DI, CO, $x(m)_1$ ou $y(m)_1$ à traiter, est le même et c'est pourquoi, on exposera le fonctionnement d'une seule de ces unités, à savoir l'unité 25 concernant la formation et le traitement des histogrammes de vitesse V, prise à titre d'exemple ; seule la variable traitée est différente pour les autres unités analogues 24, 26, 27, 28 et 29, en notant que les différents signaux d'entrée pour les six unités 24 à 29 sont tous des signaux numériques, ce qui permet une analogie de structure et de fonctionnement des ces six unités.

Sur la Fig. 12, on a représenté schématiquement, chacun par son enveloppe, les histogrammes 38 et 39, respectivement en x et en y (axes de coordonnées cartésiennes de la matrice 21 à 17 x 17 éléments de la Fig. 4), des vitesses V de la zone en déplacement (sur la Fig. 14, on a indiqué les éléments tels que C_1, C_2 de l'histogramme à enveloppe 38) ; x_M et y_M

représentent les coordonnées en x et en y des maxima des deux enveloppes 38 et 39, respectivement, tandis que l_a et l_b , pour l'axe des x et l_c et l_d , pour l'axe des y représentent les limites du domaine des vitesses significatives ou intéressantes, l_a et l_c étant les limites inférieures et l_b et l_d les limites supérieures des portions significatives des histogrammes.

5 Les droites verticales L_a et L_b , d'abscisses l_a et l_b , et les droites horizontales L_c et L_d , d'ordonnées l_c et l_d , forment un rectangle qui encadre la zone hachurée 40 de vitesses significatives (pour l'ensemble des directions x et y), quelques microzones 41, de vitesses plus faibles et dont on ne tiendra pas compte, existant au voisinage de la zone principale 40.

Il suffit donc de repérer les coordonnées des quatre limites l_a , l_b , l_c , l_d et des deux maxima
10 x_M et y_M pour caractériser la zone de plus grande variation du paramètre mis en histogramme, la vitesse V dans le cas particulier considéré. C'est cette information concernant V que le bloc 25 débite en sortie en permanence sur le micro-bus 23.

De même les blocs similaires 24, 26 et 27 débitent en sortie en permanence sur ce micro-
bus 23 les informations concernant la zone de valeur maximale pour SR, DI et CO,
15 respectivement.

Enfin les blocs similaires 28 et 29 débitent en sortie en permanence à l'unité 36 les informations concernant la zone de valeur maximale de $x(m)_1$ et $y(m)_1$ respectivement, l'unité 36 combinant ces informations d'abscisses et d'ordonnées, référencés $x(m)_2$ et $y(m)_2$ respectivement, en un signal composite $xy(m)$ qui est envoyé par la sortie de l'unité 36 sur le bus 23.

20 En définitive le bus 23 véhicule les informations concernant la zone de valeurs maximales de SR, V , DI, CO et $xy(m)$, c'est-à-dire $x(m)_1$ et $x(m)_2$, ce qui permet de déterminer l'existence d'une zone en déplacement dans la scène observée par la caméra vidéo 13, de localiser cette zone et d'en déterminer la vitesse et la direction (orientée) de déplacement.

Sur la Fig. 11 on a référencé ZH le signal composite de sortie disponible sur le bus 23. Les
25 composantes précitées de ce signal ZH peuvent, notamment en ce qui concerne V et DI, c'est-à-dire la vitesse et la direction orientée de la zone en déplacement, être affichées sous forme numérique ou analogique, déclencher un signal lumineux et/ou sonore, notamment en cas de dépassement d'un seuil par la vitesse V , ou bien être transmis par câble, fibre optique ou voie hertzienne aux fins d'utilisation à distance, dans une unité de contrôle, telle que l'unité 10a de la
30 Fig. 1, situé au voisinage ou à distance du dispositif 11 selon l'invention.

La portion des unités de la Fig. 12 au-dessus du bus 23 sert, à la suite du traitement point par point de toute une trame et l'association des points d'une trame pour en déduire une valeur globale externe, à déterminer l'existence et la localisation d'une zone de la scène observée en mouvement relatif et, en outre, s'il y a effectivement déplacement de cette zone, la vitesse et la

direction orientée de ce déplacement. Le repérage dans le plan d'observation de cette zone en mouvement relatif suivant deux directions x , y , qui peuvent ne pas être orthogonales (cas de l'application des Fig. 15 et 16 par exemple) est réalisé par la portion des unités de la Fig. 12 au-dessous du bus 23.

5 On va maintenant exposer plus en détail, avec référence aux Fig. 12, 13 et 14, la structure et le fonctionnement d'un bloc de formation et traitement d'histogramme, tel que 25, et de son bloc de combinaison linéaire associé, tel que 31.

Le bloc 25 (Fig. 13) comporte une portion 25a formant l'histogramme et une portion 25b constituant un classifieur pour l'histogramme, ces deux portions fonctionnent sous le contrôle
10 d'un logiciel, matérialisé en une portion de circuit intégré 25c, qui réalise l'extraction des limites l_a , l_b , l_c , l_d de l'histogramme (Fig. 11).

Le classifieur 25b alimente, ainsi que les classifieurs des autres blocs de formation et traitement d'histogramme 24, 26, 27, 28, 29 (pour ces deux derniers à travers l'unité 36 de combinaison en $x(m)$ et $y(m)$), le bus 23 et, par l'intermédiaire de celui-ci, l'unité de combinaison
15 linéaire 31 qui reçoit donc en parallèle des informations de tous les classifieurs des unités 24, 25, 26, 27, 28, 29 et qui, en fonction de ces informations, débite ou non le signal de validation V_2 à l'unité 25.

Grâce au logiciel de 25c, le classifieur 25b détermine les différentes classes (chacune comportant le même nombre de valeurs de la vitesse dans le cas envisagé) qui définiront
20 l'enveloppe telle que 38 ou 39 (Fig. 12).

Sur la Fig. 14, on a illustré, suivant l'axe des x , les classes successives $C_1, C_2 \dots C_{n-1}, C_n$ et leur enveloppe 38 pour la vitesse V qui sont déterminées dans le classifieur 25b.

Les Fig. 15 et 16 illustrent le rôle des histogrammes pour $x(m)$ et $y(m)$ formés par les unités 28 et 29 et combinés dans l'unité 36 afin d'obtenir une pente.

25 A titre d'exemple on a considéré le cas de l'observation d'une route au moyen d'une caméra vidéo à sortie numérique embarquée dans un véhicule avec son dispositif selon l'invention associé.

Sur la Fig. 15 a représenté les deux bords de gauche B_g et de droite B_d d'une route R , ainsi que les pentes numérotées du 0 à 7 par exemple (suivant une convention autre que le code
30 de Freeman) de la projection P_x en $x(m)$ réalisée par l'unité 28 et de la projection P_y en $y(m)$ réalisée par l'unité 29.

Pour assurer la précision la meilleure en ce qui concerne le bord de droite B_d , c'est-à-dire une sensibilité maximale des indications, par exemple de vitesse, concernant ce bord, il faut que la projection P_x ait la pente la plus voisine de la pente optimale P_0 qui est perpendiculaire à B_d , en

particulier la pente 5 dans la représentation de la Fig. 15. La valeur maximale de l'histogramme de vitesses sera donc obtenue pour la pente 5 déterminée par l'unité 28 (Fig. 11).

Le même raisonnement s'applique au bord gauche B_g en ce qui concerne la pente de la projection P_y et donc du rôle de l'unité 29.

5 L'unité 36 de combinaison des deux pentes optimales fournit l'information d'optimisation pour l'ensemble des deux bords B_d et B_g .

La Fig. 16 illustre l'application de la détermination de la pente optimale P_o de la projection P_x , prise à titre d'exemple, pour assurer une conduite correcte d'un véhicule V_h en Europe continentale à conduite à droite de la route (cas a), au Royaume-Uni à conduite à gauche de la route (cas b) et enfin d'un avion V_a pour un atterrissage correct au milieu de la piste d'un aéroport (cas c).

Par conséquent, pour aider la conduite d'un véhicule terrestre (auto, camion) sur une route ou d'un véhicule aérien (avion, navette spatiale) au voisinage d'une piste d'aéroport, le dispositif selon l'invention comporte en outre des moyens de représentation des bords droit B_d et gauche B_g de la route, respectivement de la piste, et des moyens pour orienter au moins un des axes, à pente variable, de coordonnées pour qu'il se maintienne sensiblement orthogonal au bord correspondant (position P_0).

Jusqu'à présent on a surtout décrit, les moyens pour déterminer une zone en déplacement effectif dans un environnement sensiblement immobile, grâce au repérage d'une région dans laquelle $DP = 1$. Pour déterminer une zone en repos dans un environnement dans l'ensemble de mouvement (cas de l'arrêt d'un véhicule en panne ou d'une collision sur une autoroute par exemple), c'est au contraire les zones dans lesquelles $DP = 0$ qui doivent être localisées par rapport à l'environnement pour lequel $DP = 1$. Bien entendu dans ce cas, les vitesses seront nulles dans une zone et la notion de direction n'a pas de signification. Les calculs dans 17a seront donc différents.

Le dispositif, selon l'invention, s'il ne doit servir qu'à déterminer une zone immobile peut être simplifié avec suppression des unités ou blocs traitant les vitesses et les directions, notamment les blocs 25, 26, 31, 32, et réduction du nombre des sorties de l'unité 11a et des entrées de l'unité 17.

30 Dans l'unité d'exploitation 10a du dispositif selon l'invention, on peut prévoir des moyens d'affichage, sur écran de moniteur, des histogrammes et/ou des valeurs des signaux DP ou CO.

Quant au signal SR, c'est-à-dire le signal vidéo numérique retardé, il est en général appliqué à un téléviseur ou moniteur 10 afin de visualiser, localement ou à distance sur l'écran de celui-ci, ce signal à l'instant où un mouvement relatif est signalé afin de vérifier la nature de ce

mouvement relatif. Il suffira donc d'observer l'écran du téléviseur ou moniteur 10 uniquement lorsqu'une zone en déplacement relatif a été signalée, par une alarme visuelle et/ou sonore par exemple.

On peut avantageusement faciliter le repérage d'une zone en mouvement relatif sur l'écran en imposant des couleurs arbitraires au signal vidéo numérique retardé SR, chaque couleur ou nuance de couleur représentant une vitesse et/ou une direction du mouvement.

Les différentes unités qui viennent d'être décrites avec référence aux Fig. 2, 3, 4, 11 et 13 sont réalisables chacune par des circuits électroniques de type connu, notamment des microprocesseurs effectuant des calculs et/ou des comparaisons ou utilisant : des signaux de balayage ; des mémoires ; des unités à retards ; des registres à décalage ; des unités formant des histogrammes linéaires et associant dans le plan de tels histogrammes ; des microbus.

La combinaison de ces circuits électroniques en unités 11a et 22a séparées ou en un ensemble 22 constitué par 11a et 22a peut être réalisée en deux circuits intégrés ou en un seul circuit intégré de très petite dimension, de l'ordre de 10 mm x 10 mm par exemple en technologie 0,7 μ m, l'ensemble des deux unités intégrées interconnectées ou le circuit intégré unique étant connecté par son entrée à la sortie vidéo numérique d'une caméra vidéo ou autre dispositif d'observation et par leurs sorties à un ou plusieurs dispositifs d'utilisation sur place ou à distance. Dans une variante si on met en oeuvre seulement le dispositif simplifié de l'unité 11a, celui-ci, de préférence sous la forme d'un circuit intégré unique, est disposé entre ladite sortie numérique et un ou plusieurs dispositifs d'utilisation sur place ou à distance.

On va donner maintenant à titre d'exemples, nullement limitatifs, des applications supplémentaires d'un dispositif selon l'invention, notamment du dispositif selon les Fig. 1 et 10, c'est-à-dire selon l'ensemble des Fig. 2 et 11 raccordées suivant la ligne Z - Z¹.

Une première application supplémentaire, illustrée sur la Fig. 17, est constituée par le cadrage automatique d'une personne se déplaçant dans une pièce, par exemple dans le cadre d'une vidéoconférence. Le cadrage automatique permet d'éliminer les mouvements de la personne se déplaçant, ce qui accroît la définition de l'image de cette personne observée par une caméra vidéo à sortie numérique et aussi, en cas de compression du signal vidéo numérique, simplifie cette compression.

Sur la Fig. 17, on retrouve la caméra vidéo 13 qui observe la personne P pouvant se déplacer. Le signal vidéo numérique S de la caméra vidéo est non seulement transmis par câble, fibre optique ou voie hertzienne à un écran de téléviseur ou moniteur 10b, mais également reçu par le dispositif 11 selon l'invention, dont la sortie ZH agit sur une unité 42 qui, en réponse aux signaux reçus du dispositif 11 concernant la localisation et le déplacement de la personne P,

commande les moteurs 43 de la caméra 13 pour diriger l'axe optique de la caméra vers la personne, notamment son visage F, en fonction de la localisation de son mouvement et de la vitesse et de la direction de celui-ci et éventuellement pour agir sur le réglage du zoom, de la distance focale et/ou de la mise au point de la caméra en cas d'avance ou du recul de la personne

5 P.

On peut aussi commander le suivi par au moins un spot lumineux d'un personnage (acteur, chanteur) sur une scène, le dispositif selon l'invention centrant le personnage au centre de l'image par déplacement de l'orientation de la caméra vidéo et commandant la direction du spot, par exemple par un ou deux miroirs orientables, pour chaque spot.

10 Une autre application, donnée à titre d'exemple, du dispositif selon invention est illustrée sur la Fig. 18 sur laquelle on retrouve la caméra 13 ou autre dispositif d'observation qui débite un signal vidéo numérique S dans un dispositif 11 selon invention. Dans cette application, la caméra 13 surveille une portion d'autoroute afin de détecter l'arrêt inopiné d'un véhicule, en particulier sur la bande d'arrêt d'urgence, ou un arrêt de voiture à la suite d'une collision.

15 Il s'agit donc dans ce cas de déterminer l'immobilité d'un objet (le véhicule) dans un environnement en déplacement (les autres véhicules), c'est-à-dire de localiser dans la matrice 21 à 17×17 éléments la zone dans laquelle $DP = 0$. Normalement la caméra 13 observe un flot des véhicules qui produisent des réponses $DP = 1$, avec des valeurs de vitesse et de direction de déplacement. Par contre, si un véhicule s'arrête, il est signalé par une réponse $DP = 0$ dans sa

20 zone d'observation.

Une unité 44 recevant ZH, ainsi que SR, détecte l'apparition d'une zone dans laquelle $DP = 0$ dans ZH et débite en sortie un signal d'anomalie NL qui, d'une part, déclenche une alarme sonore et/ou lumineuse dans un dispositif 45 et, d'autre part, commande un commutateur 46 qui applique le signal vidéo S (ou plutôt le signal vidéo retardé SR) sur l'écran d'un téléviseur

25 ou moniteur 10 qui permet au surveillant, alerté par l'alarme sonore et/ou visuelle, d'observer l'autoroute à l'instant où un véhicule s'arrête ou de collision afin de pouvoir prendre les mesures nécessaires, par exemple suivant la réaction de conducteur du véhicule qui s'est arrêté.

Grâce à l'invention, dans un poste de surveillance, un surveillant peut facilement contrôler un grand nombre de tronçons sur une autoroute (ou une route) dans chacun desquels est disposé

30 une caméra 13 et un dispositif 11 selon l'invention, les sorties ZH et SR de chaque dispositif 11 étant transmises par câble, fibre optique ou voie hertzienne à un seul poste de surveillance où se trouve une unité commune 44 ; en effet l'observateur n'a besoin de regarder l'écran de 10 qu'en cas d'incident ou accident, signalé par l'alarme, et il est rare que plusieurs incidents et/ou accidents en des emplacements différents se produisent simultanément.

En particulier l'unité 44 peut comporter, en entrée, un commutateur de type rotatif (non représenté) envoyant successivement et cycliquement les signaux ZH (et SR) des différents ensembles 13 - 11 disposés le long de l'autoroute sur la portion de cette unité 44 produisant le signal NL.

5 Le même système permet de déceler non seulement, comme indiqué, l'arrêt, ou la collision entraînant un arrêt de véhicules, mais également un ralentissement du flot des véhicules (en cas de circulation très ralentie) par diminution de la vitesse dans les différentes zones dans lesquelles $D = 1$ et inversement un véhicule à vitesse excessive, la vitesse dans une zone observée dépassant alors la vitesse limitée autorisée.

10 Enfin sur la Fig. 19 on a illustré une autre application de l'invention, à savoir à l'interaction homme - machine, le déplacement de la main M, ou plus particulièrement des doigts DG, à l'intérieur d'une surface SF décomposée en rectangles par un système de coordonnées C_x et C_y .

Une caméra vidéo 13 à sortie numérique associée à un dispositif 11 selon l'invention, tel qu'illustré sur la Fig. 1, permet de reconnaître le mouvement d'une main M et des doigts DG et de l'utiliser pour contrôler un ordinateur (à la manière d'une «souris») ou pour commander certaines fonctions dans une machine. Par exemple l'ensemble 13 - 11 pourrait servir à un sourd-muet, utilisant le code standard du langage des sourds-muets à base de mouvements des mains, pour entrer en ordinateur des données alphanumériques, donc un texte, sans avoir à utiliser le clavier habituel ; cette opération peut, bien entendu être également effectuée par une personne parlante, ayant appris le langage des sourds-muets, afin d'entrer un texte en ordinateur sans avoir à utiliser un clavier. Un tel système n'est pas sensible aux écarts temporels et n'exige pas une signalisation précise du début et de la fin du geste.

Les Fig. 20 et 21 illustrent schématiquement l'application de l'invention à la surveillance d'un conducteur automobile afin de signaler l'endormissement de celui-ci.

La caméra vidéo 13 est dans ce cas placée contre la portion de carrosserie à l'intérieur du véhicule, au-dessus du rétroviseur par exemple, et observe le conducteur.

L'opération préliminaire consiste à cadrer celui-ci comme dans le cas de l'application de la Fig. 17. Sur la Fig. 20, on a représenté symboliquement l'image 1C du conducteur sur l'écran vidéo. On supprime d'abord les portions inutiles de droite et de gauche (hachures horizontales de l'image et on se limite ainsi à la portion centrale de l'image entre ces deux portions.

30 Ensuite dans cette portion centrale il suffit de surveiller la zone non hachurée AA de la Fig. 21 dans laquelle est cadrée la tête.

Les déplacements intéressants qui sont détectés par le dispositif selon l'invention sont constituées par les clignements des paupières du conducteur (signalés par des mouvements verticaux dans la zone AA) dont la cadence se modifie en préliminaire à l'endormissement. Si la cadence ou et la vitesse de ces clignements devient inférieure à un certain seuil, une alarme sonore est déclenchée et le conducteur est réveillé.

Sur la Fig. 22, on a indiqué un moyen pour pallier, lorsque cela est nécessaire, au nombre limité de bits p représentatifs de la constante de temps CO pour permettre de prendre en compte une plus large gamme de vitesses de déplacement.

A cet effet on prévoit l'utilisation du diagramme de Mallat (voir article de S. Mallat «A Theory for multiresolution signal decomposition» in IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, Juillet 1989 p. 674-693). qui consiste à décomposer successivement la totalité de l'image vidéo en moitiés successives, repérées 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7. On réalise ainsi une compression en ne traitant que des portions d'images. On peut ainsi avec $p = 4$, c'est-à-dire $2^p = 16$ déterminer une vitesse dans une gamme plus étendue.

Si au début, dans le cadre de l'image totale, le dispositif selon invention indique que la vitesse de l'objet (au sens large) mobile dépasse la vitesse maximale déterminable avec $2^p = 16$ pour la constante de temps, il suffit de passer successivement par les images partielles observées 1, 2, 3, 4, ... jusqu'à ce que la vitesse de l'objet mobile ne dépasse pas ladite vitesse maximale dans le cadre de l'image partielle après compression.

Pour mettre en oeuvre la composition de Mallat par ondelettes, il suffit d'intercaler sur le schéma de la Fig. 1 une unité 13A (illustrée sur la Fig. 22) qui réalise cette compression du signal vidéo. Cette unité peut par exemple être constituée par le composant «ADV 601 Low Cost Multiformat Vidéo Codec» de la société américaine ANALOG DEVICES faisant l'objet de la notice «ADV 601 Preliminary Data Sheet» de Janvier 1996. Sur la Fig. 2, une telle unité de compression optionnelle 13a.

Enfin sur les Fig. 2 et 3, on a indiqué sur certains microbus le nombre de bits (1, 3 (dans le cas où $p = 3$), 8, 15) véhiculés, ce qui montre l'économie de taille possible pour les différents blocs fonctionnels ayant à traiter un nombre réduit de bits.

On voit en définitive que l'invention permet de détecter un mouvement relatif dans une scène observée par un dispositif optoélectronique, tel qu'une caméra vidéo, qui transmet la scène observée sous la forme d'un signal vidéo numérique constitué par une succession de trames, elles-mêmes constituées par une succession de lignes composées d'une succession de pixels, ce signal numérique étant analysé afin de repérer une zone en déplacement relatif, avec indication de la

vitesse et de la direction (orientée) de ce déplacement si la zone est en mouvement effectif par rapport à un environnement sensiblement immobile.

Etant donné que le dispositif selon l'invention détermine la direction orientée et la vitesse de déplacement d'un objet (au sens le plus large), on peut lui adjoindre des moyens pour déduire de ces deux paramètres une position future de l'objet à un instant déterminé et des moyens pour orienter d'avance la caméra vidéo d'entrée 13 sur cette position future.

Il y a lieu de noter que les résultats obtenus avec le dispositif selon invention n'exigent nullement que la caméra soit immobile, ce qui permet d'embarquer la caméra et le dispositif associé sur un véhicule terrestre, aérien ou nautique (pour la mise en oeuvre du procédé illustré sur la Fig. 16 par exemple).

Après une très courte période d'initialisation égale à N (de l'ordre de moins de dix trames successives correspondantes), le dispositif selon l'invention détermine les paramètres du déplacement relatif instantanément après la fin de chaque trame ayant subi les traitements temporel et spatial, du fait de la récursivité des calculs selon l'invention.

On a décrit un mode de réalisation préféré du dispositif selon l'invention et quelques applications de celui-ci. Bien entendu ce mode de réalisation et ces applications ont été donnés à titre d'exemples non limitatifs et de nombreuses variantes et adaptations, qui apparaîtront facilement à l'homme de l'art, peuvent être envisagées sans sortir du cadre de l'invention tel que défini dans les revendications ci-après.

On pourrait par exemple mettre en oeuvre des moyens d'utilisation des signaux débités par l'unité 11 de la Fig. 2 autres que ceux illustrés sur la Fig. 11 sans s'écarter de l'invention.

Quant aux applications d'un dispositif selon l'invention, elles ne sont nullement limitées à celles données à titre d'exemple dans la description précitée. Ainsi un montage analogue à celui de la Fig. 17 peut être associé directement à un caméscope pour le stabiliser relativement aux déplacements causés par les mouvements involontaires de l'utilisateur.

On peut également utiliser un ou, de préférence, plusieurs dispositifs, selon l'invention, associés respectivement à un ou, de préférence, plusieurs caméscopes à sortie vidéo numérique placés dans une pièce d'immeuble pour constituer une «pièce intelligente» grâce à un tel système permettant de détecter et localiser la présence et le mouvement d'une ou plusieurs personnes dans la pièce, d'analyser ce mouvement, aux fins de sécurité, d'identification et/ou pour aider dans les tâches à accomplir, par exemple, ou à surveiller des enfants dans une autre pièce ou les clients d'un supermarché.

On a supposé essentiellement l'utilisation d'un signal vidéo à paires de trames entrelacées successives, notamment lors de la discussion de la capacité de la mémoire 16, avec traitement des

deux trames d'une paire dans le dispositif selon l'invention. Il est toutefois possible de n'utiliser qu'une trame sur deux (l'impair par exemple) en réduisant la capacité de la mémoire, mais avec réduction de moitié environ de la vitesse d'obtention des informations désirées. Il est également possible de mettre en oeuvre une camera vidéo ou autre dispositif d'observation dont la sortie numérique ne comporte qu'une seule trame par image.

Il est possible, dans certaines applications d'associer, au dispositif selon l'invention, des capteurs spécialisés, par exemple un ou plusieurs capteurs d'accélération, pour pouvoir traiter des paramètres supplémentaires du déplacement.

Bien entendu l'invention n'est pas limitée aux modes de réalisation particulières ni aux applications décrits, mais elle embrasse toutes les variantes et modifications entrant dans la définition générale de l'invention.

REVENDICATIONS

1. Procédé, en temps réel, pour le repérage et la localisation d'une zone en mouvement relatif dans une scène observée par un système d'observation à sortie constituée par un signal vidéo numérique du type comportant une succession de trames correspondantes, chacune composée d'une succession de lignes, composées chacune d'une succession de pixels, ainsi que pour la détermination de la vitesse et de la direction orientée du déplacement, ledit procédé étant caractérisé en ce qu'il consiste à effectuer sur le signal vidéo numérique de sortie successivement :
- 5
- 10
- un traitement de lissage dudit signal vidéo numérique de sortie mettant en oeuvre une constante de temps numérique dont la valeur numérique peut être modifiée pour chacun des pixels dudit signal de sortie, indépendamment pour chacun d'entre eux ;
 - une mise en mémoire d'une trame dudit signal de sortie après le lissage, d'une part, et de la constante de temps de lissage associée à la dite trame, d'autre part ;
- 15
- un traitement temporel consistant, pour chaque position de pixel, à déterminer l'existence, d'une part, et l'amplitude, d'autre part, d'une variation significative de l'amplitude du signal de pixel entre la trame actuelle et la trame juste antérieure lissée, mise en mémoire, et à générer deux signaux numériques, le premier signal étant un signal binaire ou monobit à deux valeurs possibles dont l'une représente l'existence d'une telle variation significative et l'autre l'absence d'une telle variation entre deux trames successives, la valeur dudit signal binaire modifiant la valeur mémorisée de ladite constante de temps afin de la diminuer si ledit signal représente une variation significative et afin de l'augmenter si ce signal respectivement ne représente pas une telle variation, la diminution ou l'augmentation étant réalisée d'une manière quantifiée, tandis que le second signal numérique, dit d'amplitude, est un signal multibits à nombre limité de bits, quantifiant l'amplitude de cette variation ; et
- 20
- 25
- un traitement spatial consistant, pour chaque trame de signal vidéo numérique d'entrée,
 - à répartir, afin de caractériser les valeurs des pixels, en une matrice à nombre de lignes et nombre de colonnes réduits, par rapport respectivement au nombre de lignes et au nombre de pixels par ligne dans le signal vidéo, uniquement les valeurs, au même instant d'observation, pour une fraction des pixels d'une trame - fraction qui défile par balayage à travers ladite matrice pendant la durée d'une trame - dudit signal binaire, d'une part, et dudit signal numérique d'amplitude, d'autre part,
 - à déterminer, dans cette double représentation matricielle instantanée, une zone particularisée. dans laquelle à la fois ledit signal binaire a la valeur recherchée
- 30

- représentant la présence, ou respectivement l'absence, de variation significative et ledit signal numérique d'amplitude varie, ou respectivement ne varie pas, d'une valeur significative entre pixels voisins dans la matrice suivant une direction orientée à partir d'un pixel d'origine, et ceci pour une même portion de trame, donc à un même instant
- 5 d'observation, et
- à engendrer des signaux représentatifs de l'existence et de la localisation de la zone en déplacement relatif, ainsi que la vitesse relative intertrames et la direction orientée de ce déplacement, s'il existe, relativement à son environnement, à partir de la répartition matricielle instantanée de ces deux signaux numériques, binaire et d'amplitude
- 10 2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'il consiste, en outre,
- à former les histogrammes des valeurs des signaux répartis matriciellement d'une part, et les histogrammes des valeurs des inclinaisons de deux axes, à pente variable, de coordonnées dans un plan, d'autre part,
 - à repérer, dans chaque histogramme formé, un domaine de variation significative de la
- 15 valeur traitée et
- à déduire, de chaque domaine repéré, l'existence et la localisation, ainsi que la vitesse et la direction orientée, d'une zone en mouvement relatif.
3. Procédé selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce que ladite matrice est une matrice carrée à même nombre impair $(2l + 1)$ de lignes et de colonnes, et que l'on considère les
- 20 matrices emboîtées de 3×3 , 5×5 , 7×7 , ... $(2l + 1) \times (2l + 1)$ éléments centrées sur le centre de cette matrice carrée afin de déterminer la matrice emboîtée de plus petite taille dans laquelle ledit signal numérique varie dans une direction orientée à partir dudit centre, la valeur dudit signal binaire représentant un dépassement du seuil selon cette direction.
4. Procédé selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce que ladite matrice est une matrice
- 25 hexagonale et que l'on considère les matrices hexagonales emboîtées de taille croissante centrées sur le centre de cette matrice hexagonale afin de déterminer la matrice emboîtée de plus petite taille dans laquelle ledit signal numérique varie dans une direction orientée à partir dudit sommet, la valeur dudit signal binaire représentant un dépassement du seuil selon cette direction.
- 30 5. Procédé selon les revendications 1 ou 2, caractérisé en ce que ladite matrice est une matrice en L renversé à une seule ligne et une seule colonne et en ce que l'on considère les matrices emboîtées de 3×3 pixels, 5×5 pixels, 7×7 pixels... $(2l + 1) \times (2l + 1)$ pixels, pour la ligne et la colonne uniques, afin de déterminer la matrice de plus petite taille dans laquelle le

signal varie dans une direction orientée, à savoir la ligne de plus grande pente à quantification constante.

6. Procédé l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que ladite constante de temps est de la forme 2^p , p étant un nombre inférieur à 16, pouvant donc être exprimé par pas plus de 4 bits, la diminution ou l'augmentation de la constante de temps étant réalisée par la soustraction ou l'addition d'une unité à p .
7. Procédé selon la revendication 6, caractérisé en ce que l'on considère des portions successives décroissantes de trames complètes suivant l'algorithme temps - échelle de Mallat et sélectionne la plus grande de ces portions, qui donne des indications de déplacement, vitesse et orientation, compatible avec la valeur de p .
8. Dispositif fonctionnant en temps réel, pour le repérage et la localisation d'une zone en mouvement relatif dans une scène observée par un système d'observation à sortie constituée par un signal vidéo numérique, du type comportant une succession de trames correspondantes, des lignes successives dans chaque trame correspondante et des pixels successifs dans chaque ligne, ainsi que pour la détermination de la vitesse et de la direction orienté de ce déplacement, par mise en oeuvre du procédé selon la revendication 1, le dispositif recevant, en entrée, ledit signal vidéo numérique de sortie, caractérisé en ce qu'il comporte en combinaison :
 - des moyens de lissage (15) dudit signal vidéo numérique de sortie mettant en oeuvre une constante de temps numérique (CO) dont la valeur numérique peut être modifiée pour chacun des pixels dudit signal de sortie, indépendamment pour chacun d'entre eux ;
 - des moyens de mémorisation (16) d'une trame dudit signal de sortie après lissage (LI), d'une part, et de la constante de temps de lissage (CI) associée à ladite trame, d'autre part ;
 - une unité de traitement temporel (15) pour analyser les variations temporelles de l'amplitude du signal de pixel, pour une même position de pixel, entre la trame actuelle et la trame juste antérieure lissée, mise en mémoire, dudit signal vidéo numérique, ladite unité comportant, en association avec une mémoire apte à recevoir, stocker et restituer des informations relatives à la trame correspondante précédente lissée, des moyens de comparaison (15a) pour déterminer, pour chaque position de pixel dans la trame du signal vidéo entrant, si la valeur absolue de la différence entre le signal de pixel actuel et une valeur représentative du signal de pixel, pour la même position de pixel, dans la trame antérieure, valeur représentative stockée dans ladite mémoire, dépasse ou non un seuil, en générant un signal binaire ou monobit (DP) à deux valeurs, dont l'une représente l'existence d'un dépassement et dont l'autre représente l'absence d'un dépassement, et des moyens de calcul (15c) aptes à déterminer un signal numérique d'amplitude multibits, à nombre réduit

de bits, dont la valeur est fonction de l'amplitude de la variation de la valeur du même pixel entre la trame actuelle et la trame juste antérieure lissée, mise en mémoire, du signal vidéo numérique ; et

5 – un ensemble de traitement spatial (11), dont les entrées reçoivent, de l'unité de traitement temporel, lesdits signaux binaire et numérique d'amplitude successifs pour les pixels d'une même trame, ladite unité comportant des moyens aptes à caractériser les valeurs d'amplitude des pixels, ces moyens répartissant, suivant une matrice (21) à nombre de lignes et nombre de colonnes réduits par rapport respectivement au nombre de lignes et au nombre de pixels par ligne dans une trame dudit signal vidéo numérique, afin de caractériser les
10 valeurs des pixels uniquement lesdits signaux binaire et numérique d'amplitude relatif à un même instant, c'est-à-dire à une même trame, celle-ci défilant par balayage à travers ladite matrice pendant la durée d'une trame, des moyens de repérage pour déterminer, dans ladite matrice, une zone de pixels dans laquelle, à cet instant, le signal binaire a la valeur recherchée et des moyens pour déterminer, dans ladite matrice, une zone de pixels dans
15 laquelle, à ce même instant, le signal numérique d'amplitude varie d'une quantité significative entre pixels voisins, et des moyens qui, en réponse aux indications des deux derniers moyens précédents, génèrent des signaux représentatifs de cette zone de pixels, donc de l'existence et de la localisation d'une zone en mouvement relatif dans la scène observée, ainsi que de la vitesse relative intertrames et de la direction orientée de cette zone
20 lorsqu'elle se déplace effectivement relativement à son environnement.

9. Dispositif selon la revendication 7, caractérisé en ce que l'ensemble de traitement spatial (17, 18) comporte des premiers moyens de retard (r) en cascade dont chacun impose un retard égal à l'écart temporel entre deux lignes successives et des seconds moyens de retard (d) en cascade pour chaque ligne imposant chacun un retard égal à l'écart temporel entre deux pixels
25 successifs d'une ligne, les sorties de chacun desdits seconds moyens de retard (d) et l'entrée de la cascade desdits seconds moyens de retard (d) de chaque ligne débitant à un instant donné les valeurs dudit signal binaire et dudit signal numérique d'amplitude, à un même instant, vers lesdits moyens de repérage (17a).

10. Dispositif selon la revendication 8, ou 9, caractérisé en ce qu'il comporte également des
30 moyens (24 - 29) formant les histogrammes des valeurs de sortie de ladite unité de traitement spatial, ainsi que les histogrammes des inclinaisons de deux axes, à pente variable, de coordonnées dans un plan, des moyens pour repérer, dans chaque histogramme, un domaine de variation significative de la valeur traitée, afin de valider ce domaine en leur sortie et de déduire, pour l'ensemble des histogrammes, des signaux de sortie qui signalent et localisent

une zone de la scène observée en mouvement relatif, si elle existe, ainsi que la vitesse et la direction orientée de ce mouvement si ladite zone se déplace effectivement par rapport à son environnement.

11. Dispositif selon la revendication 8, 9, ou 10, caractérisé en ce que lesdits moyens de lissage (15c, 5 15d) comportent une entrée qui reçoit ledit signal vidéo numérique S(PI) et calculent, pour les pixels successifs d'une trame de ce signal vidéo, un signal lissé (LO), dans lequel les variations temporelles du signal vidéo numérique d'entrée sont diminuées, par mise en oeuvre d'un signal de seuil (N) reçu sur une autre entrée et d'une constante de temps (CO) relative à chaque position de pixel d'une trame, dont la valeur est successivement modifiée afin que le lissage 10 conserve, tout en la réduisant, la tendance de variation du signal vidéo numérique entrant, ces moyens de lissage coopérant avec l'unité de mémoire (16) qui reçoit, stocke et restitue les valeurs actualisées, pour chaque portion de pixel d'une trame, du signal lissé et de ladite constante de temps et débitent, sur leurs sorties, au moins la succession, pour chaque position de pixel, des valeurs de la constante de temps actualisée et des valeurs d'un signal binaire de 15 dépassement ou non-dépassement dudit seuil par la valeur absolue de la différence entre la valeur du pixel et sa valeur lissée.

12. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 8 à 11, caractérisé en ce que ladite unité de traitement spatial (17, 18) réalisant la répartition matricielle, par lignes et par colonnes en 20 nombre réduit, des sorties desdits moyens de lissage, à savoir des valeurs successives de la constante de temps (CO) et dudit signal binaire, comporte des moyens de repérage (17a) pour repérer, dans ladite répartition matricielle, une zone de pixels dans laquelle, à la fois, soit la valeur dudit signal binaire correspond à un dépassement de seuil et ladite constante de temps varie entre pixels voisins d'une valeur significative dans une direction, et pour produire des signaux de sortie indiquant la localisation de ladite zone et la vitesse et la direction orientée du 25 déplacement dans ladite zone, soit la valeur dudit signal binaire correspond à un non-dépassement du seuil et ladite constante de temps ne varie pas entre pixels voisins.

13. Application du dispositif selon la revendication 10, 11 ou 12, pour aider la conduite d'un véhicule terrestre sur une route, respectivement d'un véhicule aérien au voisinage d'une piste d'aéroport, caractérisé en ce que le dispositif comporte en outre des moyens de représentation 30 des bords droit Bd et gauche Bg de la route, respectivement de la piste, et des moyens pour orienter au moins un des axes, à pente variable, de coordonnées pour qu'il se maintienne sensiblement orthogonal au bord correspondant (position P₀).

REVENDICATIONS MODIFIEES

[reçues par le Bureau International le 16 janvier 1998 (16.01.98);
revendications 1-13 remplacées par les revendications 1-14 modifiées (10 pages)]

1. Procédé, opérant en temps réel, pour le repérage et la localisation d'une zone en mouvement relatif dans une scène observée par un système d'observation à sortie constituée par un signal vidéo
- 5 numérique du type comportant, d'une manière classique, une succession de trames correspondantes de même nature, chacune composée d'une succession de lignes, composées chacune d'une succession de pixels, ainsi que pour la détermination de la vitesse et de la direction orientée du mouvement de déplacement relatif, ledit procédé
- 10 consistant à effectuer sur ledit signal vidéo numérique successivement
- un traitement temporel qui consiste, pour chaque position de pixel, à déterminer la différence entre l'amplitude du signal de pixel dans la trame actuelle et l'amplitude d'un signal de pixel représentatif de ses

15 valeurs dans les trames antérieures, et

 - un traitement spatial, qui consiste, pour chaque trame dudit signal vidéo numérique, à répartir, en une matrice à nombre de lignes et nombre de colonnes réduits par rapport respectivement au nombre de lignes et au nombre de pixels par ligne dans ledit signal vidéo

20 numérique, uniquement les valeurs, au même instant d'observation, pour une fraction des pixels d'une trame - fraction qui défile par balayage à travers ladite matrice pendant la durée d'une trame -, des signaux représentatifs des variations des valeurs de pixels et à déduire, à partir de l'ensemble des représentations matricielles relatives à un instant

25 d'observation donné, c'est-à-dire à une trame donnée dudit signal vidéo ou numérique, la localisation d'une zone éventuelle en mouvement relatif et l'estimation de ce mouvement s'il existe,

 - et étant caractérisée en ce que
 - il comporte un double traitement préliminaire consistant en

- un lissage adaptatif dudit signal vidéo numérique en mettant en oeuvre une constante de temps numérique dont la valeur numérique, pour chacun des pixels dudit signal vidéo numérique et indépendamment pour chacun d'eux, est modifiée en réponse à la variation ou non variation temporelle de la valeur du pixel, et
- à une mise en mémoire d'une trame entière dudit signal de sortie après lissage, d'une part, et de ladite constante de temps pour chaque position de pixel de ladite trame, d'autre part;
 - ledit traitement temporel consiste, pour chaque position de pixel, à déterminer l'existence, d'une part, et l'amplitude, d'autre part, d'une variation significative éventuelle de l'amplitude du signal de pixel entre la trame actuelle et la trame juste antérieure lissée, mise en mémoire, et à générer deux signaux numériques, le premier étant un signal binaire, donc monobit, à deux valeurs possibles dont la première représente l'existence d'une telle variation significative et la seconde l'absence d'une telle variation significative entre les deux dites trames actuelle et juste antérieure lissée, la valeur dudit signal binaire modifiant la valeur mémorisée de ladite constante de temps pour le pixel en cause afin respectivement de la diminuer si ledit signal binaire a ladite première valeur et de l'augmenter si ledit signal binaire a ladite seconde valeur, la diminution ou l'augmentation étant réalisée d'une manière quantifiée, tandis que le second signal numérique, dit d'amplitude, est un signal multibits, à nombre limité de bits, quantifiant l'amplitude, de cette variation; et
 - ledit traitement spatial consiste, pour chaque trame dudit signal vidéo de sortie,
 - à répartir, en ladite matrice et pendant la durée d'une trame, ledit signal binaire, d'une part, et ledit signal numérique d'amplitude, d'autre part,

à déterminer, dans cette double représentation matricielle instantanée dudit signal binaire et dudit signal numérique d'amplitude pour le même pixel, une zone particularisée, dans laquelle à la fois ledit signal binaire a la valeur recherchée représentant la présence, ou respectivement

5 l'absence, de variation significative et ledit signal numérique d'amplitude varie, ou respectivement ne varie pas, d'une valeur significative entre pixels voisins dans ladite matrice suivant une direction orientée à partir d'un pixel d'origine, et ceci pour une même portion de trame, donc à un même instant d'observation, et

- 10 • à engendrer des signaux représentatifs de l'existence et de la localisation de la zone de déplacement relatif éventuel, de la valeur de la vitesse relative inter-frames et de la direction orientée parmi plusieurs directions orientées possibles dans le plan d'observation, de ce déplacement relatif éventuel, dans son environnement, à partir de
- 15 ladite répartition matricielle instantanée de ces deux signaux, binaire et d'amplitude.

2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'il consiste, en outre:

- 20 • à former les histogrammes des valeurs des signaux répartis matriciellement, d'une part, et les histogrammes de valeurs des inclinaisons de deux axes, à pente variable, de coordonnées dans un plan, d'autre part,
- à repérer, dans chaque histogramme formé, un domaine de variation significative de la valeur traitée et
- 25 • à déduire, de chaque domaine repéré, l'existence et la localisation, ainsi que la vitesse et la direction orientée, d'une zone en mouvement relatif.

3. Procédé selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce que ladite matrice est une matrice carrée à même nombre impair ($2l + 1$) de

lignes et de colonnes, et que l'on considère les matrices emboîtées de 3 x 3, 5 x 5, 7 x 7, ... $(2l + 1) \times (2l + 1)$ éléments centrées sur le centre de cette matrice carrée afin de déterminer la matrice emboîtée de plus petite taille dans laquelle ledit signal numérique varie dans une direction orientée à partir dudit centre, la valeur dudit signal binaire représentant un dépassement du seuil selon cette direction.

4. Procédé selon la revendication 1 ou 2, caractérisé en ce que ladite matrice est une matrice hexagonale et que l'on considère les matrices hexagonales emboîtées de taille croissante centrées sur le centre de cette matrice hexagonale afin de déterminer la matrice emboîtée de plus petite taille dans laquelle ledit signal numérique varie dans une direction orientée à partir dudit sommet, la valeur dudit signal binaire représentant un dépassement du seuil selon cette direction.

5. Procédé selon les revendications 1 ou 2, caractérisé en ce que ladite matrice est une matrice en L renversé à une seule ligne et une seule colonne et en ce que l'on considère les matrices emboîtées de 3 x 3 pixels, 5 x 5 pixels, 7 x 7 pixels... $(2l + 1) \times (2l + 1)$ pixels, pour la ligne et la colonne uniques, afin de déterminer la matrice de plus petite taille dans laquelle le signal varie dans une direction orientée, à savoir la ligne de plus grande pente à quantification constante.

6. Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que ladite constante de temps est de la forme 2^p , p étant un nombre inférieur à 16, pouvant donc être exprimé par pas plus de 4 bits, la diminution ou l'augmentation de la constante de temps étant réalisée par la soustraction ou l'addition d'une unité à p .

7. Procédé selon la revendication 6, caractérisé en ce que l'on considère des portions successives décroissantes de trames complètes suivant l'algorithme temps - échelle de Mallat et sélectionne la plus

grande de ces portions, qui donne des indications de déplacement, vitesse et orientation, compatible avec la valeur de p .

8. Dispositif, fonctionnant en temps réel, pour le repérage et la localisation d'une zone en mouvement relatif dans une scène observée, ainsi que pour la détermination de la vitesse et de la direction orientée du mouvement de déplacement relatif, par mise en oeuvre du procédé selon la revendication 1, comportant:

- un système d'observation à sortie constituée par un signal vidéo numérique du type comportant, d'une manière classique, une succession de trames correspondantes de même nature, chacune composée d'une succession de lignes, composées chacune d'une succession de pixels,

- un ensemble de traitement temporel déterminant, pour chaque position de pixel, la différence entre l'amplitude du signal de pixel dans la trame actuelle et l'amplitude d'un signal de pixel représentatif de ses valeurs dans les trames antérieures,

- un ensemble de traitement spatial qui, pour chaque trame dudit signal vidéo numérique, répartit en une matrice à nombre de lignes et nombre de colonnes réduits par rapport respectivement au nombre de lignes et au nombre de pixels par ligne dans ledit signal vidéo numérique, uniquement les valeurs, au même instant d'observation, pour une fraction des pixels d'une trame - fraction qui défile par balayage à travers ladite matrice pendant la durée d'une trame -, des signaux représentatifs des variations des valeurs de pixels, et qui déduit, à partir de l'ensemble des représentations matricielles relatives à un instant d'observation donné, c'est-à-dire à une trame donnée dudit signal vidéo numérique, la localisation d'une zone éventuelle en mouvement relatif et l'estimation de ce mouvement s'il existe, et étant caractérisée en ce qu'il comporte en combinaison:

- des moyens de lissage adaptatif (15) dudit signal vidéo numérique en mettant en oeuvre une constante de temps numérique (CO) dont la valeur numérique, pour chacun des pixels dudit signal vidéo numérique et indépendamment pour chacun d'eux, est modifiée en
5 réponse à la variation ou non variation temporelle de la valeur du pixel;
- des moyens de mémorisation (16) pour une trame entière dudit signal de sortie après lissage (LI), d'une part, et de ladite constante de temps pour chaque position de pixel de ladite trame, d'autre part;
- dans l'ensemble de traitement temporel (15),
- 10 • des moyens de comparaison (15) pour déterminer l'existence, d'une part, et l'amplitude, d'autre part, d'une variation significative éventuelle de l'amplitude du signal de pixel entre la trame actuelle et la trame juste antérieure lissée, mise en mémoire, et pour générer un premier signal numérique (DP) , qui est un signal binaire, donc monobit, à
15 deux valeurs possibles dont la première représente l'existence d'une telle variation significative et la seconde l'absence d'une telle variation significative entre les deux dites trames actuelle et juste antérieure lissée, la valeur dudit signal binaire modifiant la valeur mémorisée de ladite constante de temps pour le pixel en cause afin respectivement
20 de la diminuer si ledit signal binaire a ladite première valeur et de l'augmenter si ledit signal binaire a ladite seconde valeur, la diminution ou l'augmentation étant réalisée d'une manière quantifiée, et
- des moyens de calcul (15c) aptes à générer un second signal
25 numérique (CO), dit d'amplitude, qui est un signal multibits, à nombre limité de bits, quantifiant l'amplitude de cette variation; et
- dans l'ensemble de traitement spatial (11), dont les entrées reçoivent de ladite unité de traitement lesdits signaux numériques, binaire et d'amplitude, successifs pour les pixels d'une même trame:

- des moyens pour répartir, en ladite matrice (21) et pendant la durée d'une trame, ledit signal binaire, d'une part, et ledit signal numérique d'amplitude, d'autre part,
 - des moyens pour déterminer, dans cette double représentation
5 matricielle instantanée dudit signal binaire et dudit signal numérique d'amplitude pour le même pixel, une zone particularisée, dans laquelle à la fois ledit signal binaire a la valeur recherchée représentant la présence, ou respectivement l'absence, de variation significative et ledit signal numérique d'amplitude varie, ou respectivement ne varie
10 pas, d'une valeur significative entre pixels voisins dans ladite matrice suivant une direction orientée à partir d'un pixel d'origine, et ceci pour une même portion de trame, donc à un même instant d'observation, et
 - des moyens pour engendrer des signaux représentatifs de l'existence et de la localisation de la zone de déplacement relatif éventuel, de la
15 valeur de la vitesse relative inter-frames et de la direction orientée parmi plusieurs directions orientées possibles dans le plan d'observation, de ce déplacement relatif éventuel, dans son environnement, à partir de ladite répartition matricielle instantanée de ces deux signaux, binaire et d'amplitude.
- 20 9. Dispositif selon la revendication 8, caractérisé en ce que l'ensemble de traitement spatial (17, 18) comporte des premiers moyens de retard (r) en cascade dont chacun impose un retard égal à l'écart temporel entre deux lignes successives et des seconds moyens de retard (d) en cascade pour chaque ligne imposant chacun un retard égal
25 à l'écart temporel entre deux pixels successifs d'une ligne, les sorties de chacun desdits seconds moyens de retard (d) et l'entrée de la cascade desdits seconds moyens de retard (d) de chaque ligne débitant à un instant donné les valeurs dudit signal binaire et dudit signal numérique d'amplitude, à un même instant, vers lesdits moyens de repérage (17a).

10. Dispositif selon la revendication 8 ou 9, caractérisé en ce qu'il comporte également des moyens (24-29) formant les histogrammes des valeurs de sortie de ladite unité de traitement spatial, ainsi que les histogrammes des inclinaisons de deux axes, à pente variable, de coordonnées dans un plan, des moyens pour repérer, dans chaque histogramme, un domaine de variation significative de la valeur traitée, afin de valider ce domaine en leur sortie et de déduire, pour l'ensemble des histogrammes, des signaux de sortie qui signalent et localisent une zone de la scène observée en mouvement relatif, si elle existe, ainsi que la vitesse et la direction orientée de ce mouvement si ladite zone se déplace effectivement par rapport à son environnement.

11. Dispositif selon la revendication 8, 9 ou 10, caractérisé en ce que lesdits moyens de lissage (15c, 15d) comportent une entrée qui reçoit ledit signal vidéo numérique S (PI) et calculent, pour les pixels successifs d'une trame de ce signal vidéo, un signal lissé (LO), dans lequel les variations temporelles du signal vidéo numérique d'entrée sont diminuées, par mise en oeuvre d'un signal de seuil (N) reçu sur une autre entrée et d'une constante de temps (CO) relative à chaque position de pixel d'une trame, dont la valeur est successivement modifiée afin que le lissage conserve, tout en la réduisant, la tendance de variation du signal vidéo numérique entrant, ces moyens de lissage coopérant avec l'unité de mémoire (16) qui reçoit, stocke et restitue les valeurs actualisées, pour chaque position de pixel d'une trame, du signal lissé et de ladite constante de temps et débitent, sur leurs sorties, au moins la succession, pour chaque position de pixel, des valeurs de la constante de temps actualisée et des valeurs d'un signal binaire de dépassement ou non-dépassement dudit seuil par la valeur absolue de la différence entre la valeur du pixel et sa valeur lissée.

12. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 8 à 11, caractérisé en ce que ladite unité de traitement spatial (17, 18) réalisant la répartition matricielle, par lignes et par colonnes en nombre réduit, des sorties desdits moyens de lissage, à savoir des valeurs successives de la constante de temps (CO) et dudit signal binaire, comporte des moyens de repérage (17a) pour repérer, dans ladite répartition matricielle, une zone de pixels dans laquelle, à la fois, soit la valeur dudit signal binaire correspond à un dépassement de seuil et ladite constante de temps varie entre pixels voisins d'une valeur significative dans une direction, et pour produire des signaux de sortie indiquant la localisation de ladite zone et la vitesse et la direction orientée du déplacement dans ladite zone, soit la valeur dudit signal binaire correspond à un non-dépassement du seuil et ladite constante de temps ne varie pas entre pixels voisins.

13. Application du dispositif selon la revendication 10, 11 ou 12, pour aider la conduite d'un véhicule terrestre sur une route, respectivement d'un véhicule aérien au voisinage d'une piste d'aéroport, caractérisé en ce que le dispositif comporte en outre des moyens de représentation des bords droit Bd et gauche Bg de la route, respectivement de la piste, et des moyens pour orienter au moins un des axes, à pente variable, de coordonnées pour qu'il se maintienne sensiblement orthogonal au bord correspondant (position Po).

14. Application du dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 12, pour surveiller l'état de vigilance du conducteur d'un véhicule automobile, afin de détecter une tendance éventuelle à la somnolence de celui-ci, consistant à:

- générer un signal vidéo numérique représentant
- initialement les images successives de la face du conducteur et

- ensuite, d'une manière continue et en temps réel, les images successives de seulement les yeux du conducteur;
 - traiter ledit signal vidéo relatif seulement aux yeux, du conducteur afin de, successivement et en temps réel,
- 5 • détecter, dans lesdites images de seulement les yeux, les mouvements verticaux des paupières représentant le clignement de celles-ci,
- déterminer les cadences successives de ces mouvements et
- détecter les cadences qui sont inférieures à un seuil de clignement
- 10 des paupières qui correspond à la transition entre l'état éveillé et l'état de somnolence du conducteur, et
 - déclencher un signal d'alarme apte à alerter le conducteur dès que lesdites cadences franchissent ledit seuil.

15

20

DECLARATION SELON L'ARTICLE 19

Pour mieux se distinguer du brevet US N° 5.488.430 cité dans la catégorie X contre les revendications 1 et 8 antérieures, la demanderesse dépose un nouveau jeu de revendications, avec de nouvelles revendications 1 et 8 dans lesquelles on a placé dans le préambule avant les mots « caractérisé en ce que » l'admission que ce brevet US prévoit un traitement temporel de comparaison entre trame actuelle et des trames antérieures et un traitement spatial avec une matrice défilante.

Dans la partie caractérisante, on a laissé les caractéristiques nouvelles et inventives de la présente demande de brevet à savoir:

- une double opération préalable de
 - lissage adaptatif avec mise en oeuvre d'une constante de temps pour chaque pixel qui est modifiée en fonction des variations du signal de pixel, et
 - mémorisation et utilisation de la trame entière antérieure et des constantes de temps pour l'ensemble d'une trame;
 - la mise en oeuvre, dans le traitement temporel, de deux signaux numériques, l'un binaire de variation DP et l'autre d'amplitude CO; et
 - la mise en oeuvre, dans le traitement spatial, de ces deux signaux binaires défilant en simultané, et par roulement, dans la matrice, pour représenter l'évolution du signal vidéo numérique représentant la scène observée;
- ceci permet d'obtenir, d'une part, une détermination relativement précise, et non simplement une évaluation, de la vitesse de déplacement et, d'autre part, la détermination de la direction orientée du déplacement selon de nombreuses directions orientées du plan et non pas seulement selon les directions Ox et Oy.

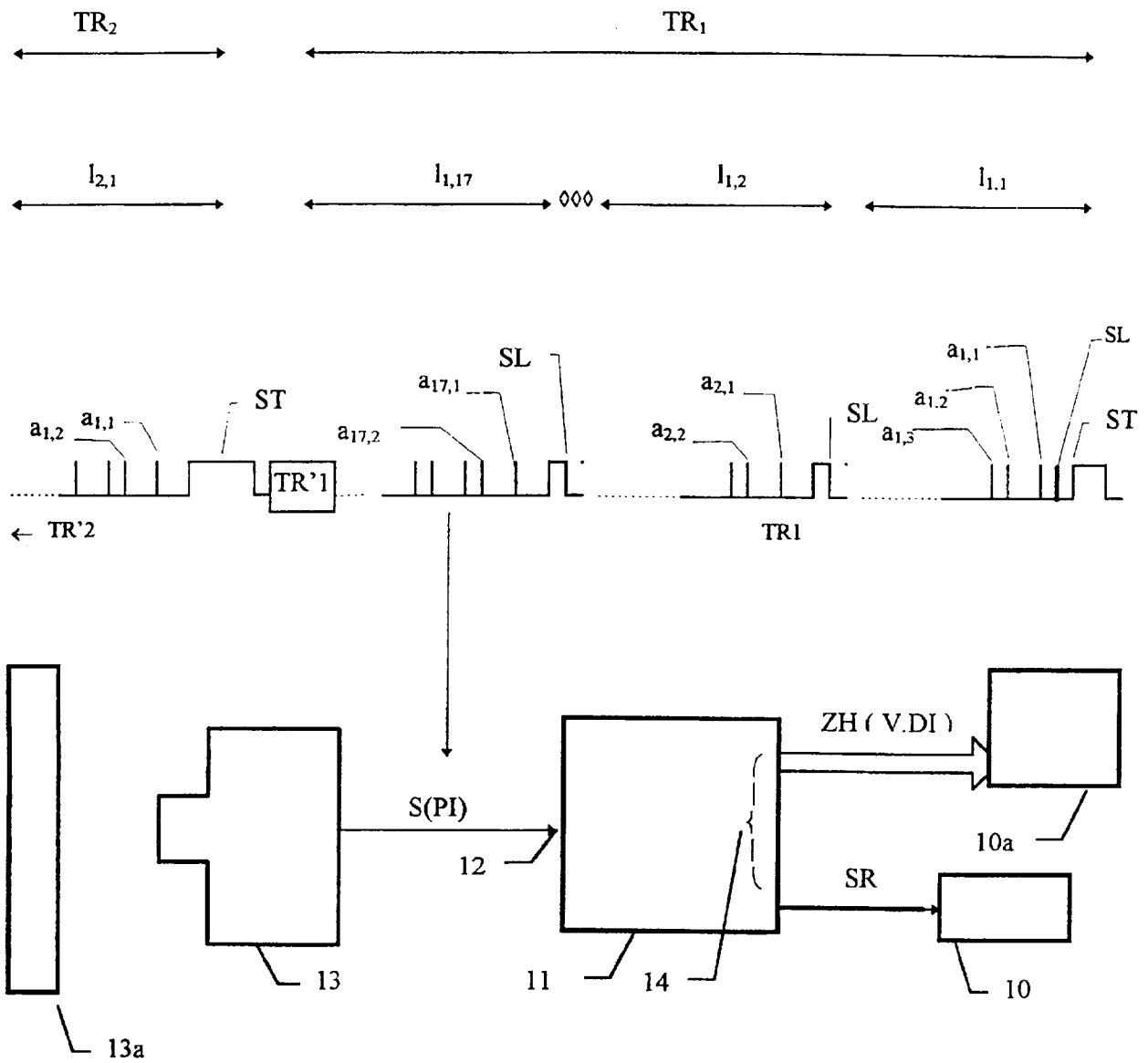


FIG. 1

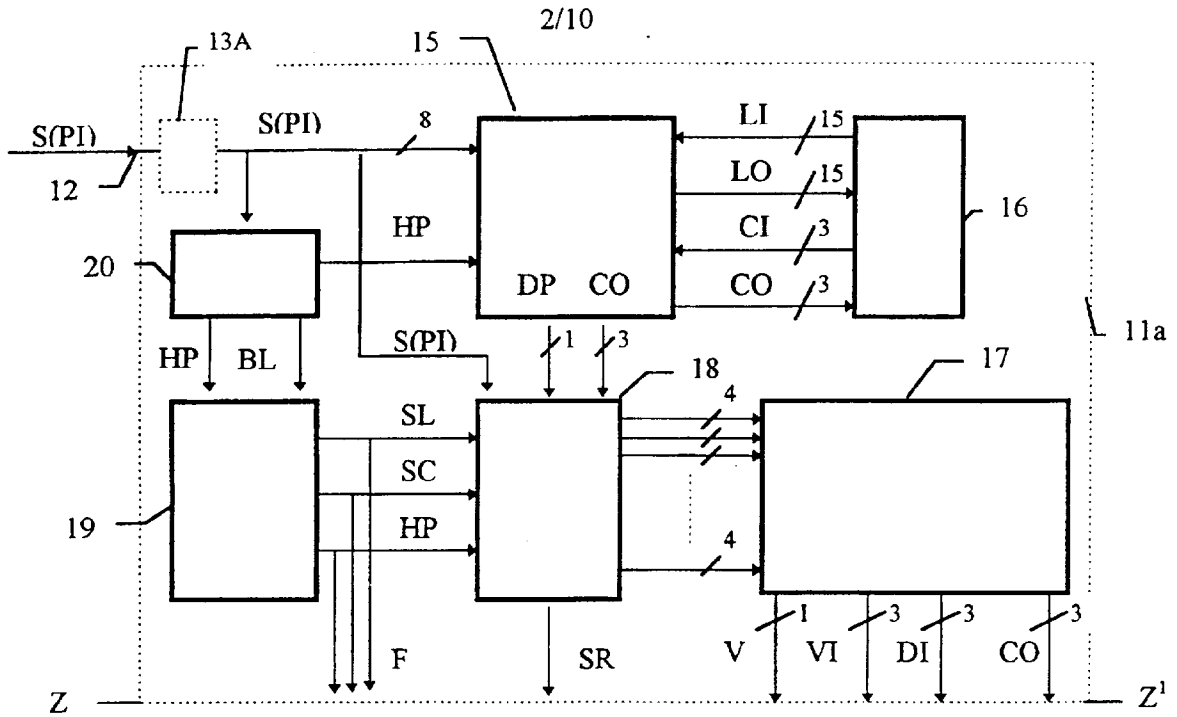


FIG. 2

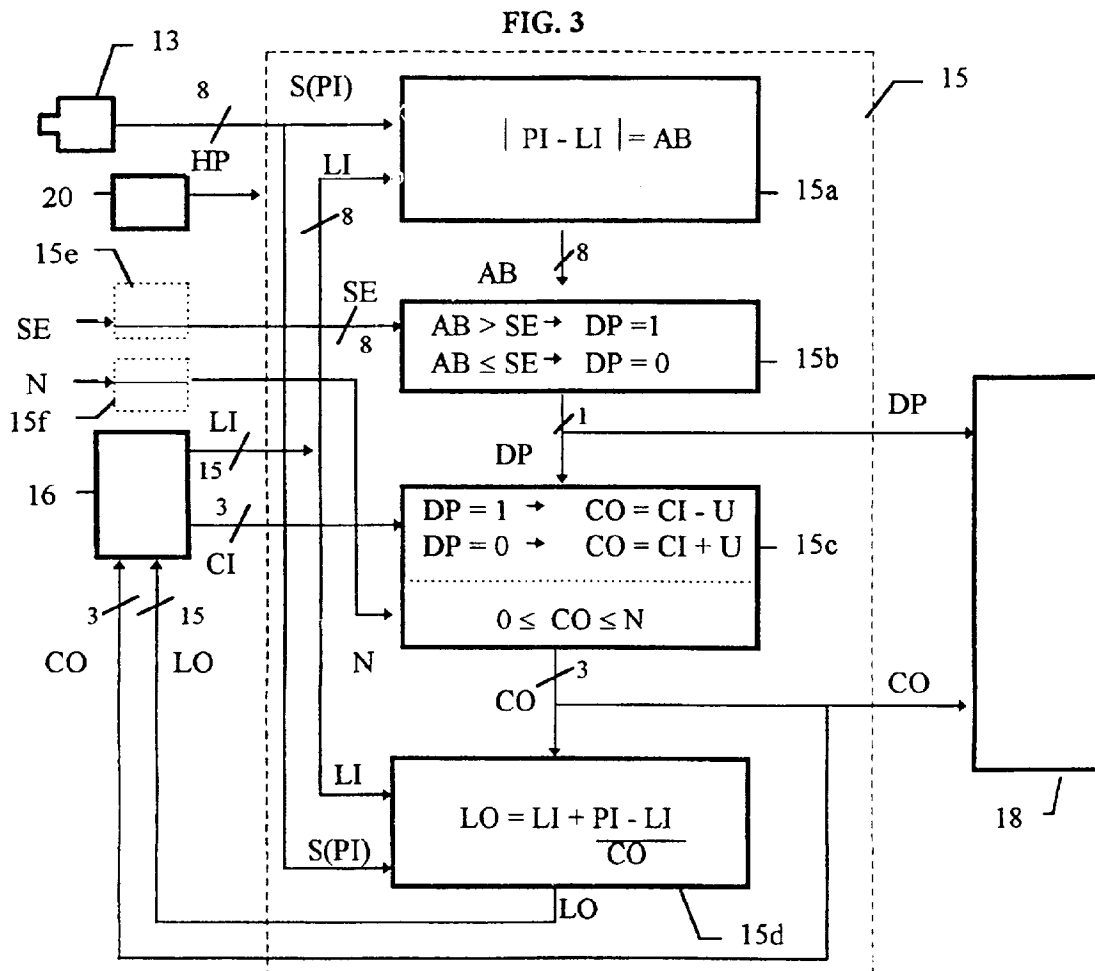


FIG. 3

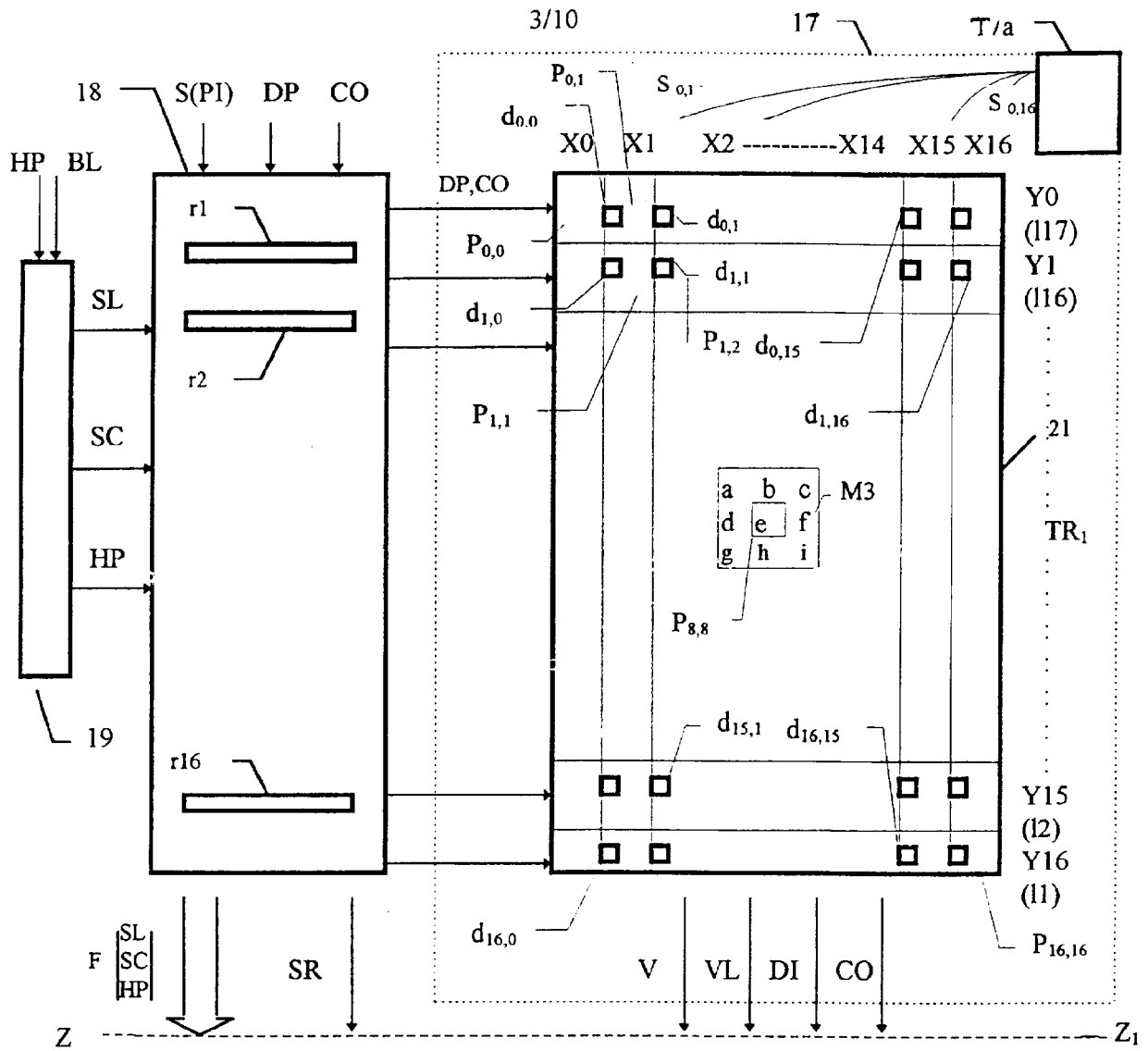


FIG. 4

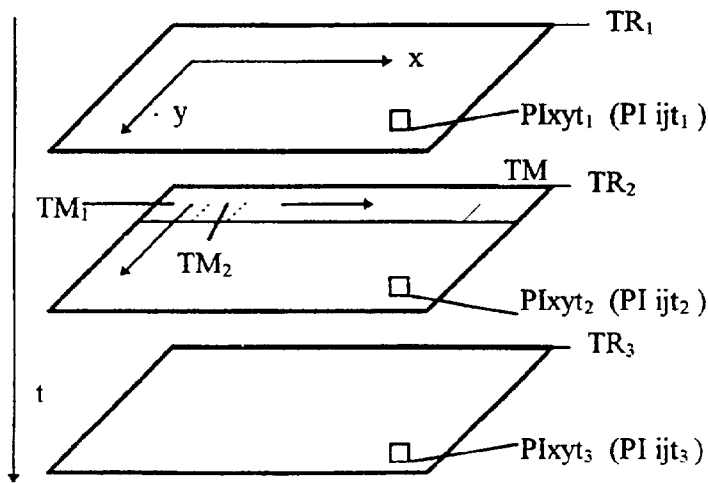


FIG. 5

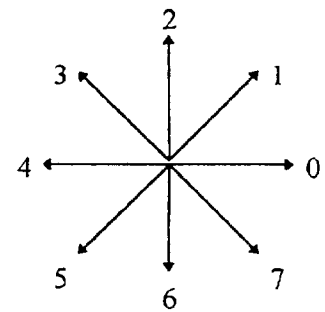


FIG. 6

FIG. 7

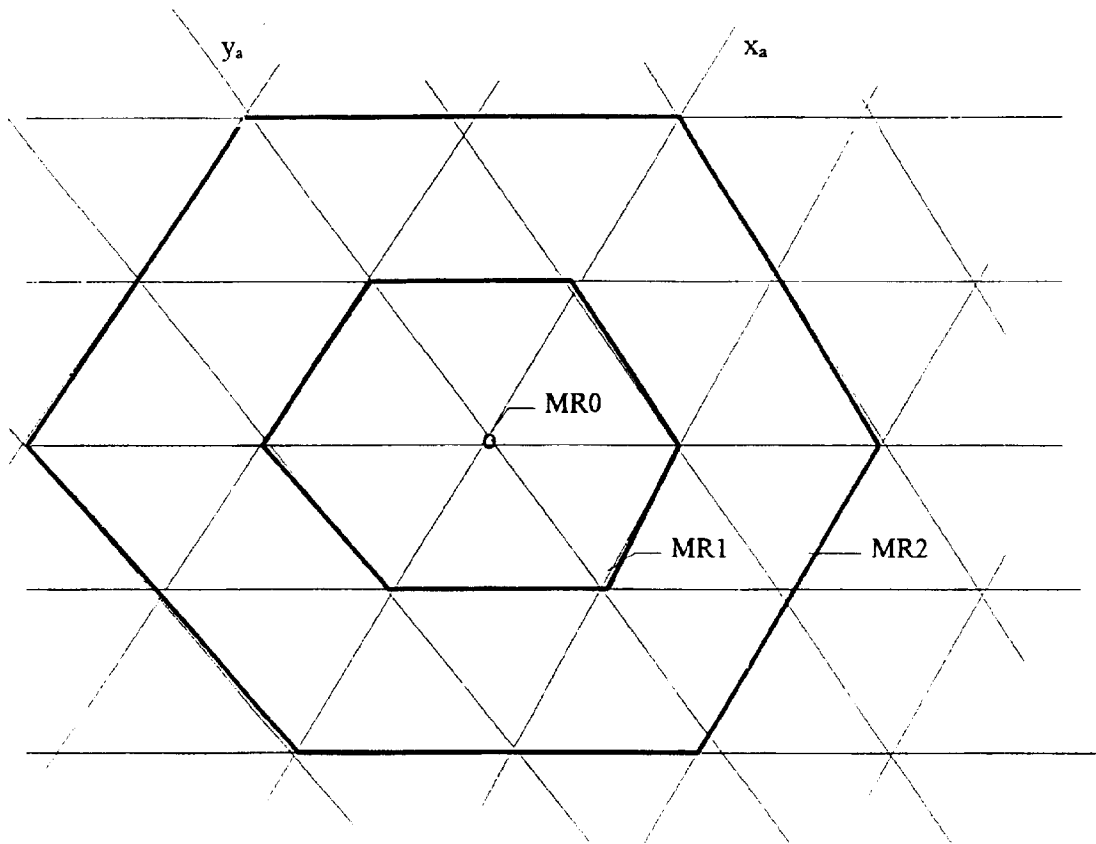
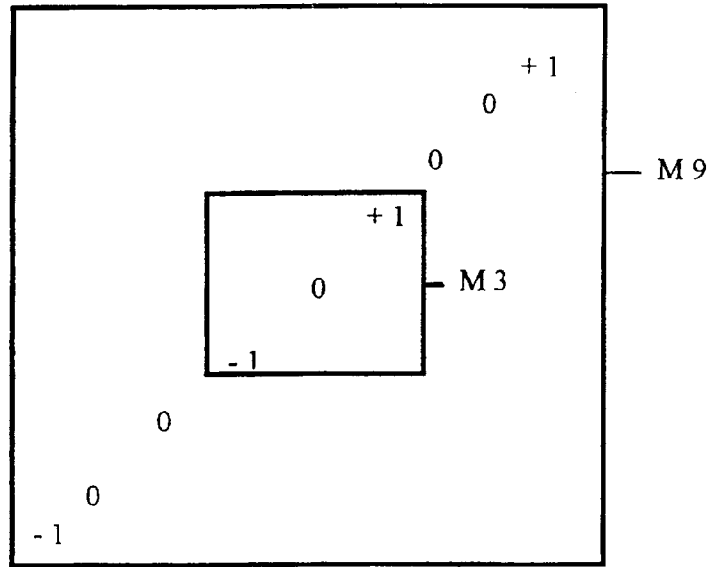


FIG. 8

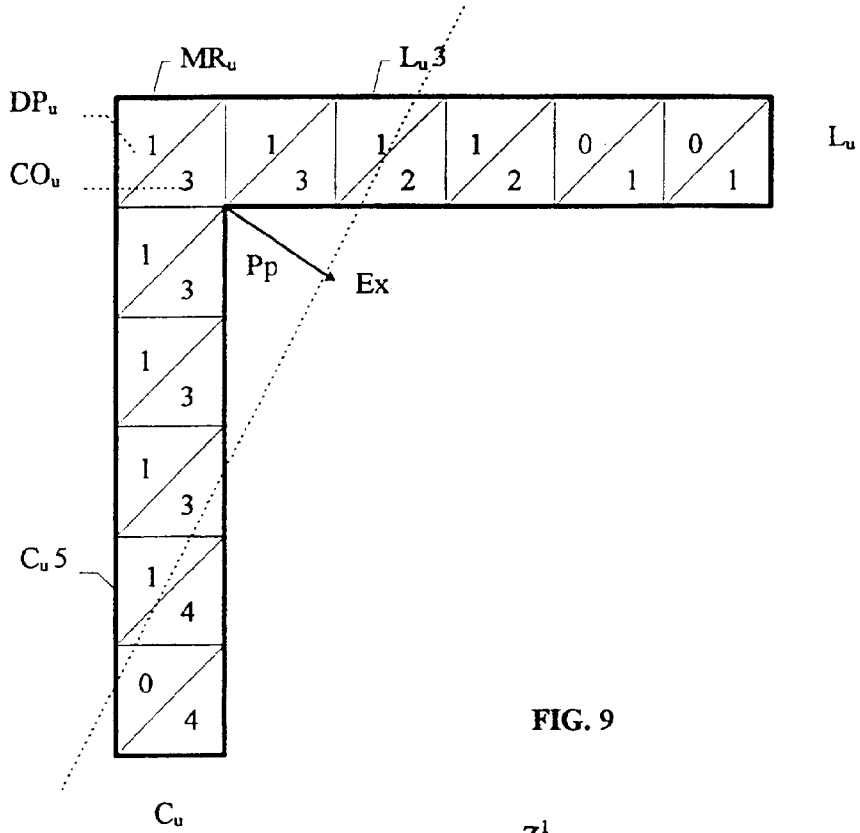


FIG. 9

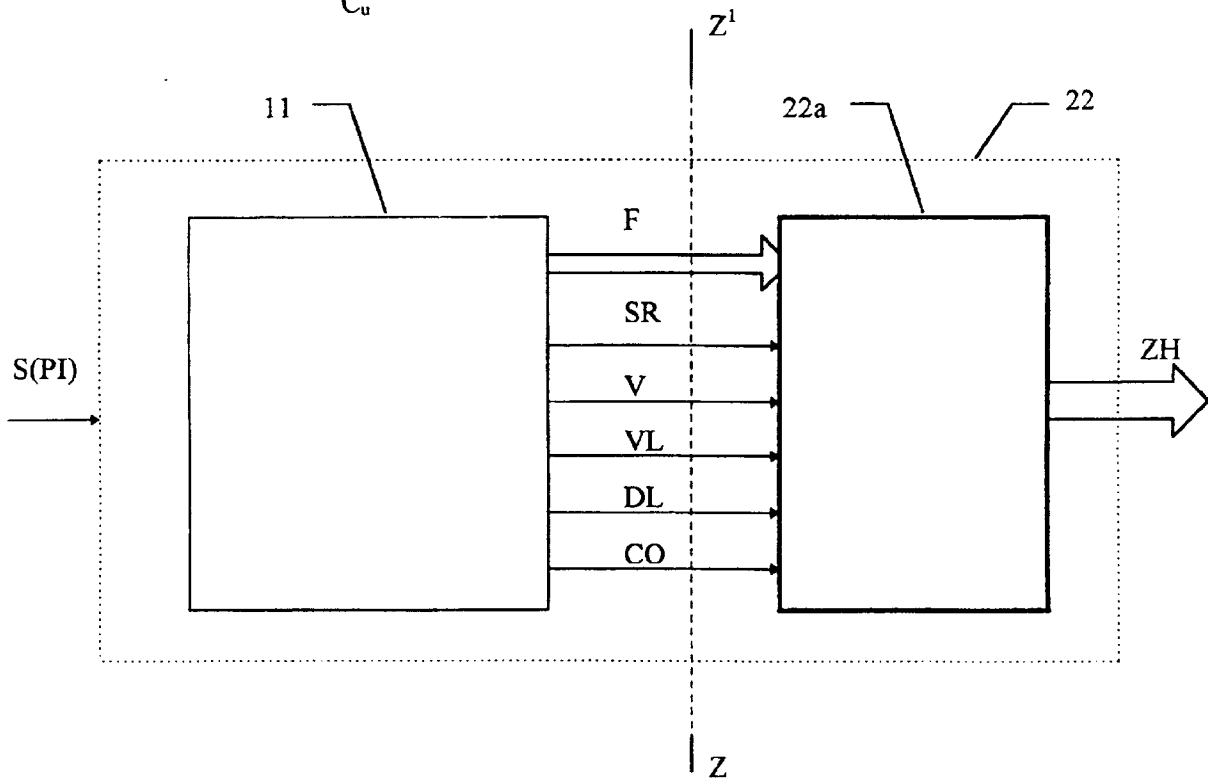


FIG. 10

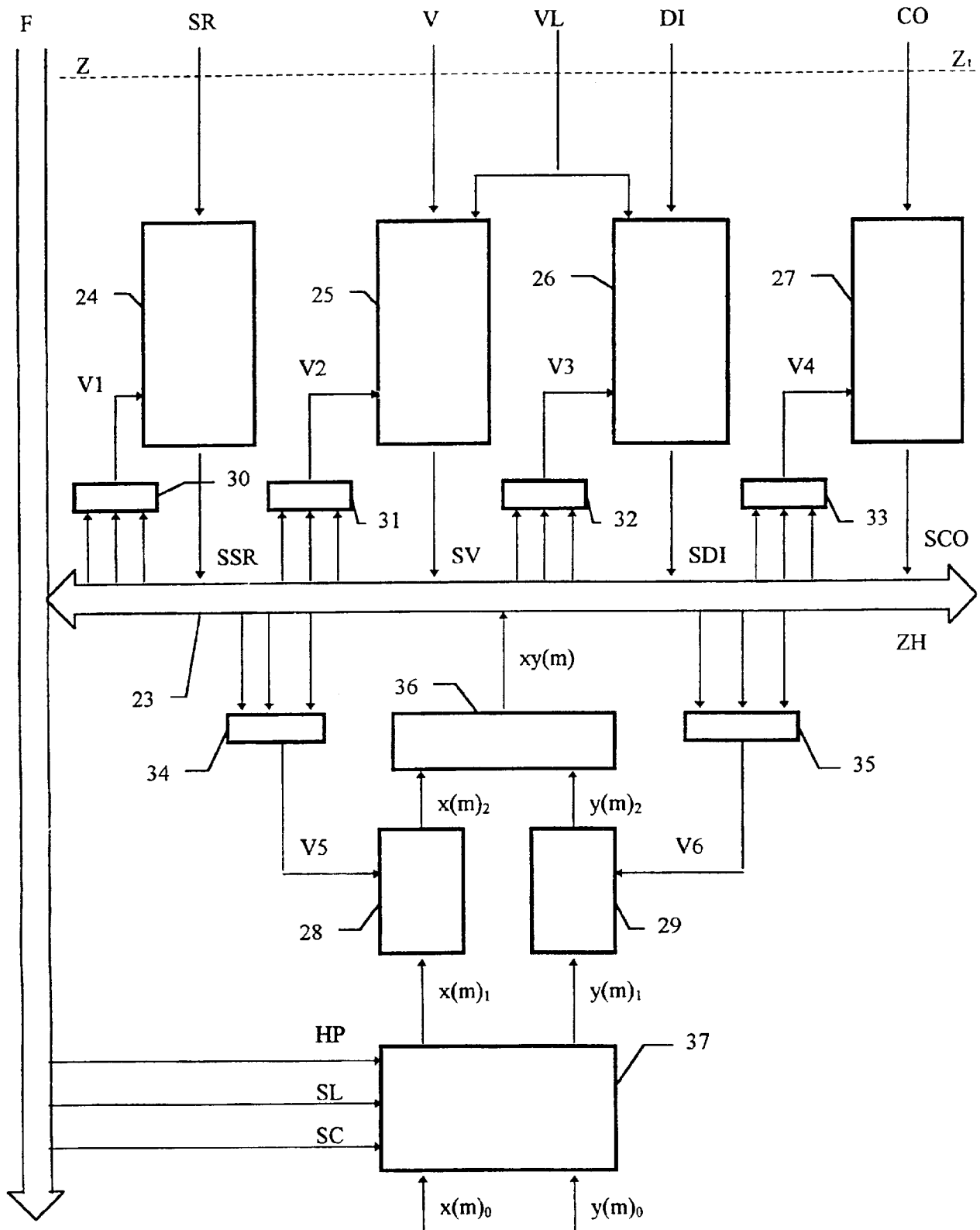


FIG. 11

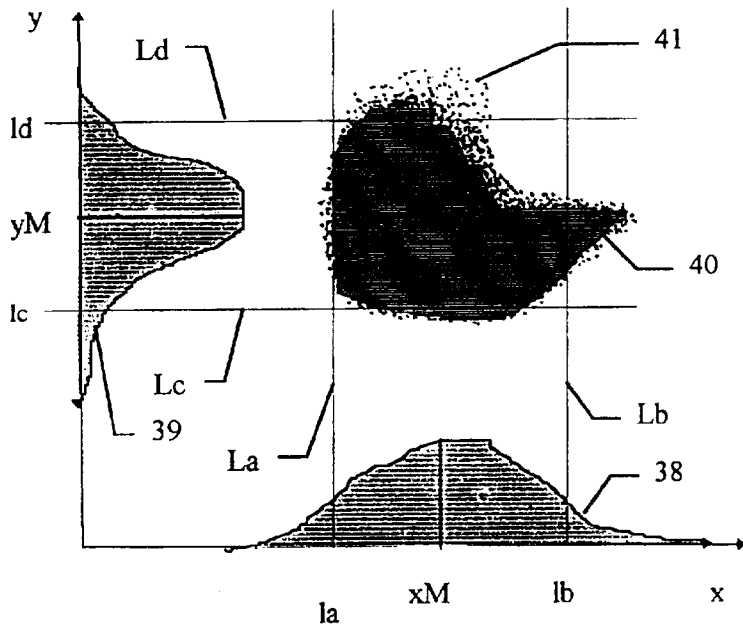


FIG. 12

FIG. 13

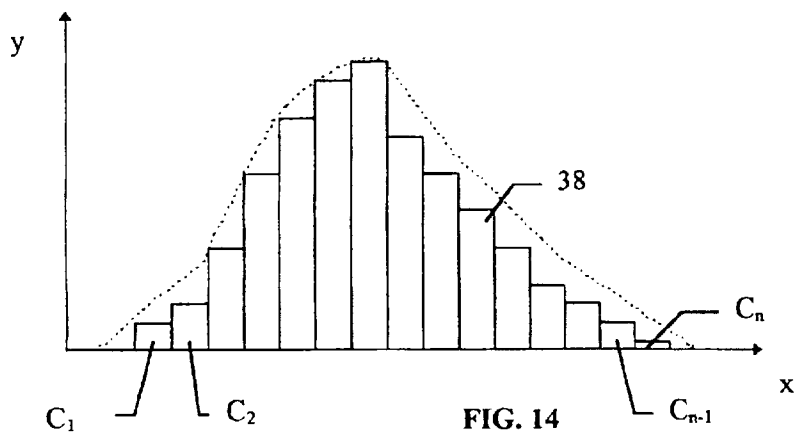
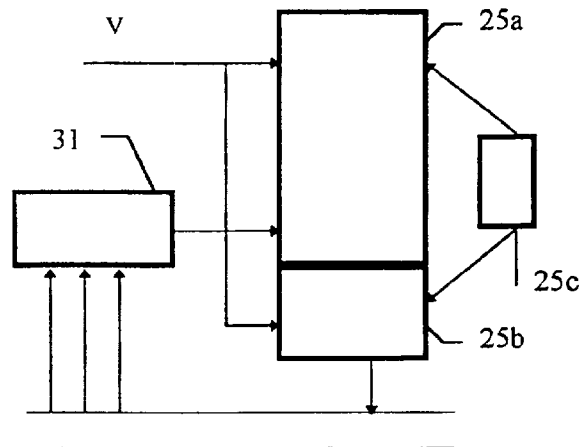


FIG. 14

FIG. 15

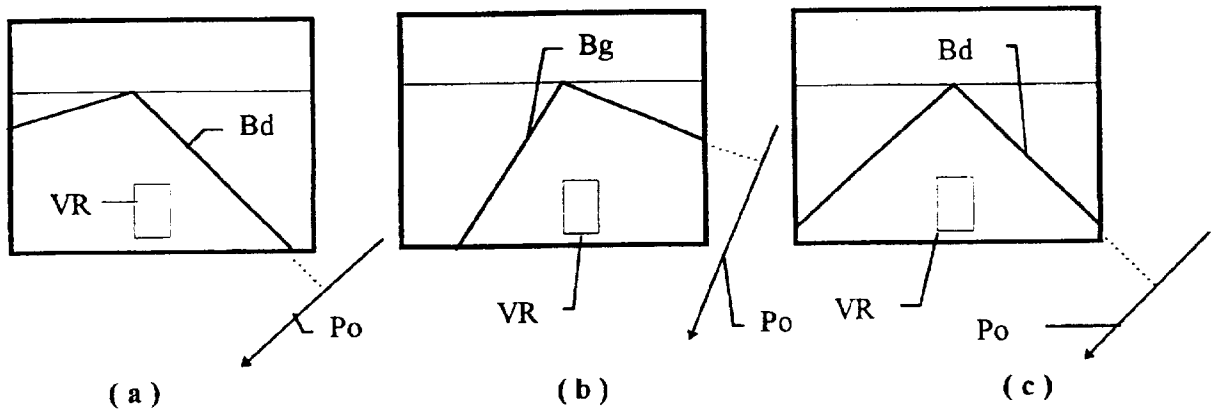
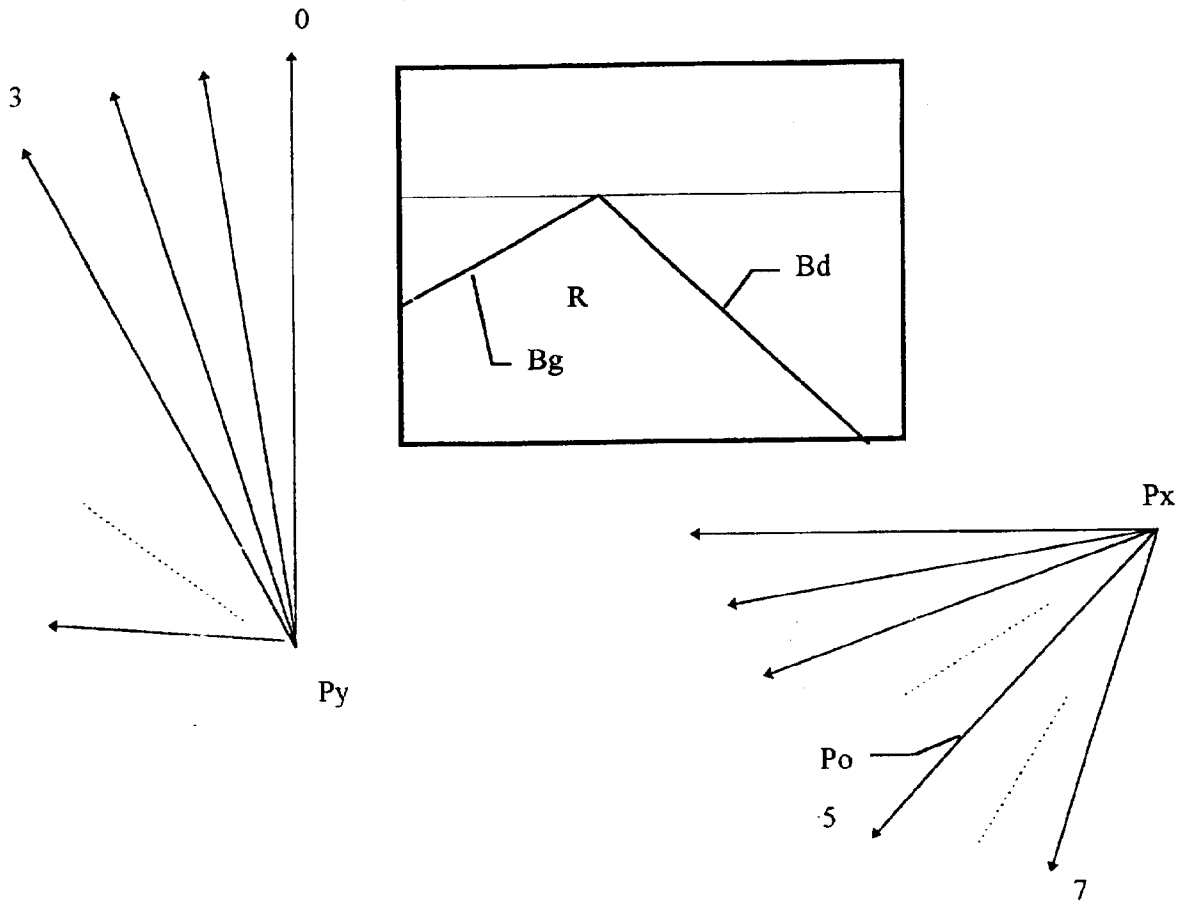


FIG. 16

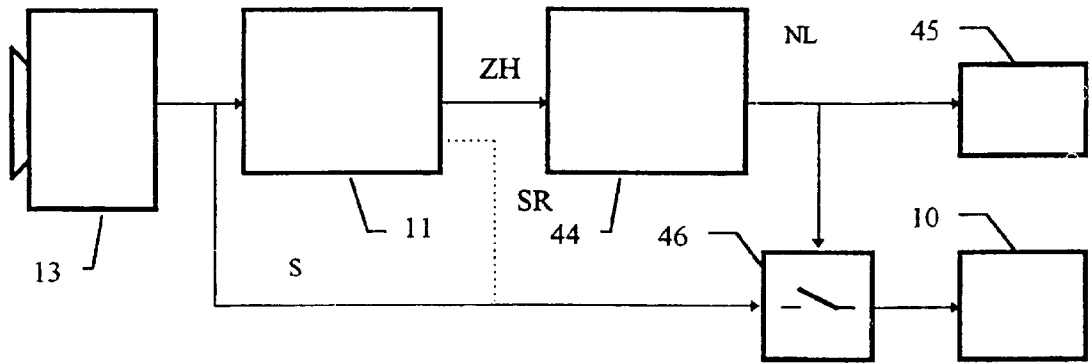
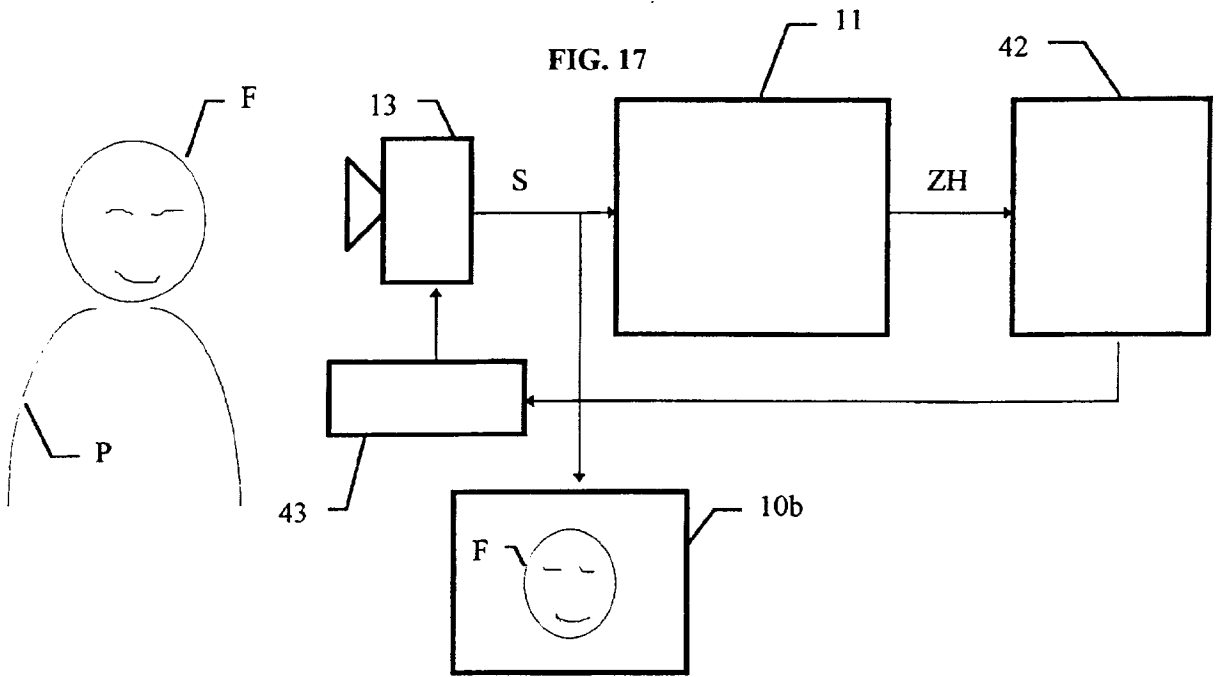


FIG. 18

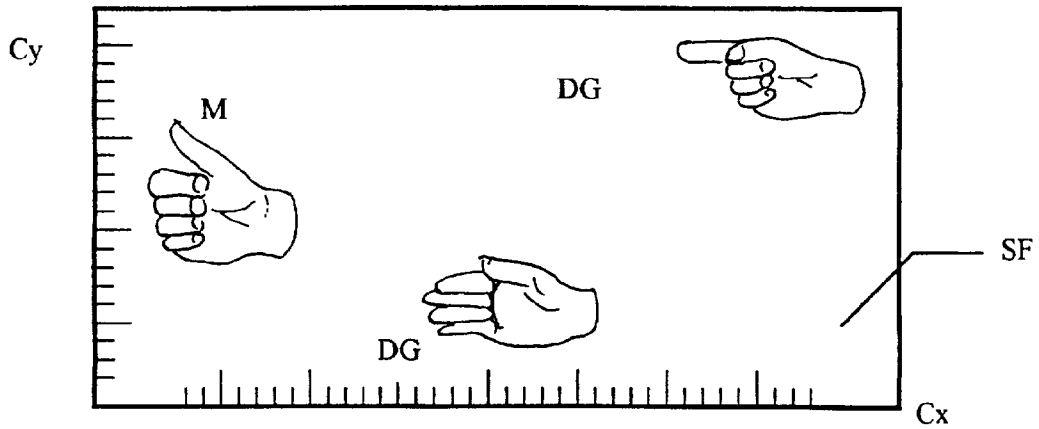


FIG. 19

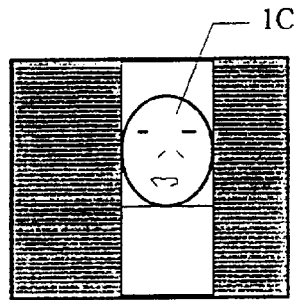


FIG. 20

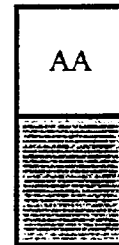


FIG. 21

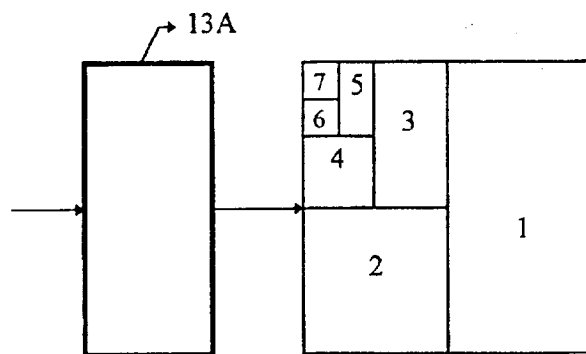


FIG. 22

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Inter national Application No
PCT/FR 97/01354

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 6 G06T7/20

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
IPC 6 G06T

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 5 488 430 A (SUNG H. HONG) 30 January 1996 see column 2, line 14 - column 3, line 20 ---	1,8
A	TOMITA A ET AL: "HAND SHAPE EXTRACTION FROM A SEQUENCE OF DIGITIZED GRAY-SCALE IMAGES" PROCEEDINGS OF THE INTERNATIONAL CONFERENCE ON INDUSTRIAL ELECTRONIC CONTROL AND INSTRUMENTATION. (IECON), BOLOGNA, SEPT. 5 - 9, 1994 SPECIAL SESSIONS, SIGNAL PROCESSING AND CONTROL, vol. 3 OF 3, 5 September 1994, INSTITUTE OF ELECTRICAL AND ELECTRONICS ENGINEERS, pages 1925-1930, XP000526830 see page 1927, right-hand column, paragraph 2.2.2 - page 1928, right-hand column, paragraph 3 -----	2,10

Further documents are listed in the continuation of box C.

Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents :

- *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- *E* earlier document but published on or after the international filing date
- *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- *T* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- *X* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- *Y* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- *Z* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

13 November 1997

Date of mailing of the international search report

19. 11. 97

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Chateau, J-P

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No

PCT/FR 97/01354

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 5488430 A	30-01-96	KR 9411881 B	27-12-94
		EP 0549471 A	30-06-93

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Dem. Internationale No

PCT/FR 97/01354

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE
CIB 6 G06T7/20

Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB

B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE

Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement)
CIB 6 G06T

Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche

Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si cela est réalisable, termes de recherche utilisés)

C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie °	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
X	US 5 488 430 A (SUNG H. HONG) 30 janvier 1996 voir colonne 2, ligne 14 - colonne 3, ligne 20 --- -/--	1,8

Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents

Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe

° Catégories spéciales de documents cités:

- *A* document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent
- *E* document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date
- *L* document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée)
- *O* document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens
- *P* document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée

T document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention

X document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément

Y document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier

Z document qui fait partie de la même famille de brevets

Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée

13 novembre 1997

Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale

19.11.97

Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale
Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Fonctionnaire autorisé

Chateau, J-P

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Dem: internationale No

PCT/FR 97/01354

C.(suite) DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		
Catégorie	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	<p>TOMITA A ET AL: "HAND SHAPE EXTRACTION FROM A SEQUENCE OF DIGITIZED GRAY-SCALE IMAGES"</p> <p>PROCEEDINGS OF THE INTERNATIONAL CONFERENCE ON INDUSTRIAL ELECTRONI CONTROL AND INSTRUMENTATION. (IECON), BOLOGNA, SEPT. 5 - 9, 1994 SPECIAL SESSIONS, SIGNAL PROCESSING AND CONTROL, vol. 3 OF 3, 5 septembre 1994, INSTITUTE OF ELECTRICAL AND ELECTRONICS ENGINEERS, pages 1925-1930, XP000526830</p> <p>voir page 1927, colonne de droite, alinéa 2.2.2 - page 1928, colonne de droite, alinéa 3</p> <p style="text-align: center;">-----</p>	2,10

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs au... membres de familles de brevets

Dem: Internationale No

PCT/FR 97/01354

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 5488430 A	30-01-96	KR 9411881 B	27-12-94
		EP 0549471 A	30-06-93



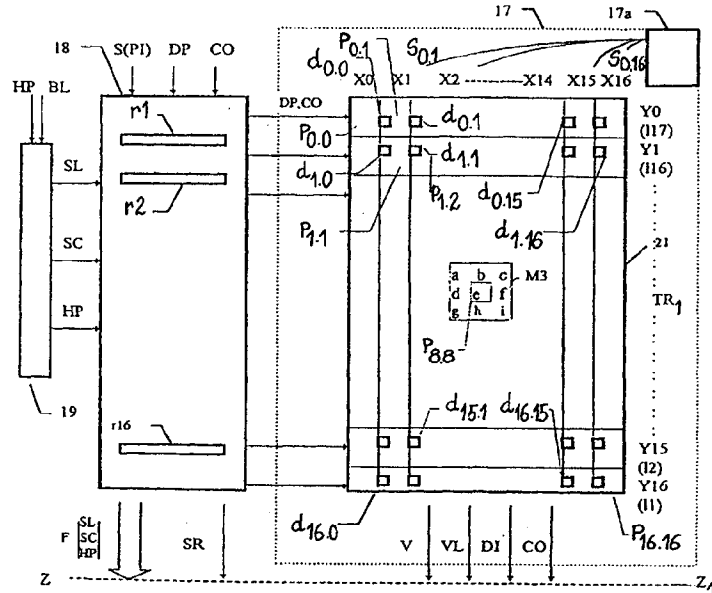
INTERNATIONAL APPLICATION PUBLISHED UNDER THE PATENT COOPERATION TREATY (PCT)

<p>(51) International Patent Classification ⁶ : G06T 7/20</p>	<p>A1</p>	<p>(11) International Publication Number: WO 00/11610 (43) International Publication Date: 2 March 2000 (02.03.00)</p>
<p>(21) International Application Number: PCT/EP98/05383 (22) International Filing Date: 25 August 1998 (25.08.98) (63) Related by Continuation (CON) or Continuation-in-Part (CIP) to Earlier Application US PCT/FR97/01354 (CIP) Filed on 22 July 1997 (22.07.97) (71) Applicant (for all designated States except US): HOLDING BEV S.A. [LU/LU]; 69, route de d'Esch, L-2953 Luxembourg (LU). (72) Inventor; and (75) Inventor/Applicant (for US only): PRIM, Patrick [FR/FR]; 56, rue Patay, F-75013 Paris (FR). (74) Agent: PHELIP, Bruno; Cabinet Harlé & Phélip, 7, rue de Madrid, F-75008 Paris (FR).</p>		<p>(81) Designated States: AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, CA, CH, CN, CU, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, GB, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MD, MG, MK, MN, MW, MX, NO, NZ, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, SL, TJ, TM, TR, TT, UA, UG, US, UZ, VN, YU, ZW, ARIPO patent (GH, GM, KE, LS, MW, SD, SZ, UG, ZW), Eurasian patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), European patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE), OAPI patent (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).</p> <p>Published With international search report.</p>

(54) Title: IMAGE PROCESSING APPARATUS AND METHOD

(57) Abstract

A method and apparatus for localizing an area in relative movement and for determining the speed and direction thereof in real time is disclosed. Each pixel of an image is smoothed using its own time constant. A binary value corresponding to the existence of a significant variation in the amplitude of the smoothed pixel from the prior frame, and the amplitude of the variation, are determined, and the time constant for the pixel is updated. For each particular pixel, two matrices are formed that include a subset of the pixels spatially related to the particular pixel. The first matrix contains the binary values of the subset of pixels. The second matrix contains the amplitude of the variation of the subset of pixels. In the first matrix, it is determined whether



the pixels along an oriented direction relative to the particular pixel have binary values representative of significant variation, and, for such pixels, it is determined in the second matrix whether the amplitude of these pixels varies in a known manner indicating movement in the oriented direction. In each of several domains, histogram of the values in the first and second matrices falling in such domain is formed. Using the histograms, it is determined whether there is an area having the characteristics of the particular domain. The domains include luminance, hue, saturation, speed (V), oriented direction (DI), time constant (CO), first axis (x(m)), and second axis (y(m)).

FOR THE PURPOSES OF INFORMATION ONLY

Codes used to identify States party to the PCT on the front pages of pamphlets publishing international applications under the PCT.

AL	Albania	ES	Spain	LS	Lesotho	SI	Slovenia
AM	Armenia	FI	Finland	LT	Lithuania	SK	Slovakia
AT	Austria	FR	France	LU	Luxembourg	SN	Senegal
AU	Australia	GA	Gabon	LV	Latvia	SZ	Swaziland
AZ	Azerbaijan	GB	United Kingdom	MC	Monaco	TD	Chad
BA	Bosnia and Herzegovina	GE	Georgia	MD	Republic of Moldova	TG	Togo
BB	Barbados	GH	Ghana	MG	Madagascar	TJ	Tajikistan
BE	Belgium	GN	Guinea	MK	The former Yugoslav Republic of Macedonia	TM	Turkmenistan
BF	Burkina Faso	GR	Greece	ML	Mali	TR	Turkey
BG	Bulgaria	HU	Hungary	MN	Mongolia	TT	Trinidad and Tobago
BJ	Benin	IE	Ireland	MR	Mauritania	UA	Ukraine
BR	Brazil	IL	Israel	MW	Malawi	UG	Uganda
BY	Belarus	IS	Iceland	MX	Mexico	US	United States of America
CA	Canada	IT	Italy	NE	Niger	UZ	Uzbekistan
CF	Central African Republic	JP	Japan	NL	Netherlands	VN	Viet Nam
CG	Congo	KE	Kenya	NO	Norway	YU	Yugoslavia
CH	Switzerland	KG	Kyrgyzstan	NZ	New Zealand	ZW	Zimbabwe
CI	Côte d'Ivoire	KP	Democratic People's Republic of Korea	PL	Poland		
CM	Cameroon	KR	Republic of Korea	PT	Portugal		
CN	China	KZ	Kazakistan	RO	Romania		
CU	Cuba	LC	Saint Lucia	RU	Russian Federation		
CZ	Czech Republic	LI	Liechtenstein	SD	Sudan		
DE	Germany	LK	Sri Lanka	SE	Sweden		
DK	Denmark	LR	Liberia	SG	Singapore		
EE	Estonia						

IMAGE PROCESSING APPARATUS AND METHOD

5

BACKGROUND OF THE INVENTION

1. Field of the Invention

10 The present invention relates generally to an image processing apparatus, and more particularly to a method and apparatus for identifying and localizing an area in relative movement in a scene and determining the speed and oriented direction of the area in real time.

15 2. Description of the Related Art

 The human or animal eye is the best known system for identifying and localizing an object in relative movement, and for determining its speed and direction of movement. Various efforts have been made to mimic the function of the eye. One type of device for this purpose is referred to as an artificial retina, which is shown, for example, 20 in Giacomo Indiveri et. al, Proceedings of MicroNeuro, 1996, pp. 15-22 (analog artificial retina), and Pierre-François Ruedii, Proceedings of MicroNeuro, 1996, pp. 23-29, (digital artificial retina which identifies the edges of an object). However, very fast and high capacity memories are required for these devices to operate in real time, and only limited information is obtained about the moving areas or objects observed Other examples of 25 artificial retinas and similar devices are shown in U S. Patent Nos. 5,694,495 and 5,712,729.

 Another proposed method for detecting objects in an image is to store a frame from a video camera or other observation sensor in a first two-dimensional memory. The frame is composed of a sequence of pixels representative of the scene observed by the 30 camera at time t_0 . The video signal for the next frame, which represents the scene at time t_1 , is stored in a second two-dimensional memory. If an object has moved between times t_0 and t_1 , the distance d by which the object, as represented by its pixels, has moved in the scene between t_1 and t_0 is determined. The displacement speed is then equal to d/T , where

$T = t_1 - t_0$. This type of system requires a very large memory capacity if it is used to obtain precise speed and oriented direction. Information for the movement of the object. There is also a delay in obtaining the speed and displacement direction information corresponding to $t_1 + R$, where R is the time necessary for the calculations for the period $t_0 - t_1$ system.

5 These two disadvantages limit applications of this type of system.

Another type of prior image processing system is shown in French Patent No. 2,611,063, of which the inventor hereof is also an inventor. This patent relates to a method and apparatus for real time processing of a sequenced data flow from the output of a camera in order to perform data compression. A histogram of signal levels from the camera is formed using a first sequence classification law. A representative Gaussian function associated with the histogram is stored, and the maximum and minimum levels are extracted. The signal levels of the next sequence are compared with the signal levels for the first sequence using a fixed time constant identical for each pixel. A binary classification signal is generated that characterizes the next sequence with reference to the classification law. An auxiliary signal is generated from the binary signal that is representative of the duration and position of a range of significant values. Finally, the auxiliary signal is used to generate a signal localizing the range with the longest duration, called the dominant range. These operations are repeated for subsequent sequences of the sequenced signal.

20 This prior process enables data compression, keeping only interesting parameters in the processed flow of sequenced data. In particular, the process is capable of processing a digital video signal in order to extract and localize at least one characteristic of at least one area in the image. It is thus possible to classify, for example, brightness and/or chrominance levels of the signal and to characterize and localize an object in the image.

25 U.S. Patent No. 5,488,430 detects and estimates a displacement by separately determining horizontal and vertical changes of the observed area. Difference signals are used to detect movements from right to left or from left to right, or from top to bottom or bottom to top, in the horizontal and vertical directions respectively. This is accomplished by carrying out an EXCLUSIVE OR function on horizontal/vertical difference signals and on frame difference signals, and by using a ratio of the sums of the horizontal/vertical signals and the sums of frame difference signals with respect to a $K \times 3$ window. Calculated values of the image along orthogonal horizontal and vertical directions are

used with an identical repetitive difference K in the orthogonal directions, this difference K being defined as a function of the displacement speeds that are to be determined. The device determines the direction of movement along each of the two orthogonal directions by applying a set of calculation operations to the difference signals, which requires very
5 complex computations. Additional complex computations are also necessary to obtain the speed and oriented direction of displacement (extraction of a square root to obtain the amplitude of the speed, and calculation of the arctan function to obtain the oriented direction), starting from projections on the horizontal and vertical axes. This device also
10 does not smooth the pixel values using a time constant, especially a time constant that is variable for each pixel, in order to compensate for excessively fast variations in the pixel values.

Finally, Alberto Tomita Sales Representative. and Rokuva Ishii, "Hand Shape Extraction from a Sequence of Digitized Gray-Scale Images," Institute of Electrical and Electronics Engineers, Vol. 3, 1994, pp. 1925-1930, detects movement by subtracting
15 between successive images, and forming histograms based upon the shape of a human hand in order to extract the shape of a human hand in a digitized scene. The histogram analysis is based upon a gray scale inherent to the human hand. It does not include any means of forming histograms in the plane coordinates . The sole purpose of the method is to detect the displacement of a human hand, for example, in order to replace the normal
20 computer mouse by a hand, the movements of which are identified to control a computer.

It would be desirable to have an image processing system which has a relatively simple structure and requires a relatively small memory capacity, and by which information on the movement of objects within an image can be obtained in real-time. It would also be desirable to have a method and apparatus for detecting movements that are
25 not limited to the hand, but to any object (in the widest sense of the term) in a scene, and which does not use histograms based on the gray values of a hand, but rather the histograms of different variables representative of the displacement and histograms of plane coordinates. Such a system would be applicable to many types of applications requiring the detection of moving and non-moving objects.

30

SUMMARY OF THE INVENTION

The present invention is a process for identifying relative movement of an object in an input signal, the input signal having a succession of frames, each frame having a succession of pixels. For each pixel of the input signal, the input signal is smoothed using a time constant for the pixel in order to generate a smoothed input signal. For each pixel in the smoothed input signal, a binary value corresponding to the existence of a significant variation in the amplitude of the pixel between the current frame and the immediately previous smoothed input frame, and the amplitude of the variation, are determined.

Using the existence of a significant variation for a given pixel, the time constant for the pixel, which is to be used in smoothing subsequent frames of the input signal, is modified. The time constant is preferably in the form 2^p , and is increased or decreased by incrementing or decrementing p . For each particular pixel of the input signal, two matrices are then formed: a first matrix comprising the binary values of a subset of the pixels of the frame spatially related to the particular pixel; and a second matrix comprising the amplitude of the variation of the subset of the pixels of the frame spatially related to the particular pixel. In the first matrix, it is determined whether the particular pixel and the pixels along an oriented direction relative to the particular pixel have binary values of a particular value representing significant variation, and, for such pixels, it is determined in the second matrix whether the amplitude of the pixels along the oriented direction relative to the particular pixel varies in a known manner indicating movement in the oriented direction of the particular pixel and the pixels along the oriented direction relative to the particular pixel. The amplitude of the variation of the pixels along the oriented direction determines the velocity of movement of the particular pixel and the pixels along the oriented direction relative to the particular pixel.

In each of one or more domains, a histogram of the values distributed in the first and second matrices falling in each such domain is formed. For a particular domain, an area of significant variation is determined from the histogram for that domain. Histograms of the area of significant variation along coordinate axes are then formed. From these histograms, it is determined whether there is an area in movement for the particular domain. The domains are preferably selected from the group consisting of i)

luminance, ii) speed (V), iii) oriented direction (D1), iv) time constant (CO), v) hue, vi) saturation, and vii) first axis (x(m)), and viii) second axis (y(m)).

In one embodiment, the first and second matrices are square matrices, with the same odd number of rows and columns, centered on the particular pixel. In this
5 embodiment, the steps of determining in the first matrix whether the particular pixel and the pixels along an oriented direction relative to the particular pixel have binary values of a particular value representing significant variation, and the step of determining in the second matrix whether the amplitude signal varies in a predetermined criteria along an oriented direction relative to the particular pixel, comprise applying nested $n \times n$ matrices,
10 where n is odd, centered on the particular pixel to the pixels within each of the first and second matrices. The process then includes the further step of determining the smallest nested matrix in which the amplitude signal varies along an oriented direction around the particular pixel.

In an alternative embodiment, the first and second matrices are hexagonal
15 matrices centered on the particular pixel. In this embodiment, the steps of determining in the first matrix whether the particular pixel and the pixels along an oriented direction relative to the particular pixel have binary values of a particular value representing significant variation, and the step of determining in the second matrix whether the amplitude signal varies in a predetermined criteria along an oriented direction relative to
20 the particular pixel, comprise applying nested hexagonal matrices of varying size centered on the particular pixel to the pixels within each of the first and second matrices. The process then further includes determining the smallest nested matrix in which the amplitude signal varies along an oriented direction around the particular pixel.

In a still further embodiment of the invention, the first and second matrices
25 are inverted L-shaped matrices with a single row and a single column. In this embodiment, the steps of determining in the first matrix whether the particular pixel and the pixels along an oriented direction relative to the particular pixel have binary values of a particular value representing significant variation, and the step of determining in the second matrix whether the amplitude signal varies in a predetermined criteria along an
30 oriented direction relative to the particular pixel, comprise applying nested $n \times n$ matrices, where n is odd, to the single line and the single column to determine the smallest matrix in which the amplitude varies on a line with the steepest slope and constant quantification.

If desired, successive decreasing portions of frames of the input signal may be considered using a Mallat time-scale algorithm, and the largest of these portions, which provides displacement, speed and orientation indications compatible with the value of p , is selected.

5 In a process of smoothing an input signal, for each pixel of the input signal, i) the pixel is smoothed using a time constant (CO) for that pixel, thereby generating a smoothed pixel value (LO), ii) it is determined whether there exists a significant variation between such pixel and the same pixel in a previous frame, and iii) the time constant (CO) for such pixel to be used in smoothing the pixel in subsequent frames of the input signal is
10 modified based upon the existence or non-existence of a significant variation.

The step of determining the existence of a significant variation for a given pixel preferably comprises determining whether the absolute value of the difference (AB) between the given pixel value (PI) and the value of such pixel in a smoothed prior frame (LI) exceeds a threshold (SE). The step of smoothing the input signal preferably
15 comprises, for each pixel, i) modifying the time constant (CO) for pixel such based upon the existence of a significant variation as determined in the prior step, and ii) determining a smoothed value for the pixel (LO) as follows:

$$LO = LI + \frac{PI - LI}{CO}$$

20

Time constant (CO) is preferably in the form 2^p , and p is incremented in the event that $AB < SE$ and decremented in the event $AB \geq SE$.

In this process, the system generates an output signal comprising, for each
25 pixel, a binary value (DP) indicating the existence or non-existence of a significant variation, and the value of the time constant (CO). The binary values (DP) and the time constants (CO) are preferably stored in a memory sized to correspond to the frame size.

A process for identifying an area in relative movement in an input signal includes the steps of:

30 generating a first array indicative of the existence of significant variation in the magnitude of each pixel between a current frame and a prior frame;

generating a second array indicative of the magnitude of significant variation of each pixel between the current frame and a prior frame;

establishing a first moving matrix centered on a pixel under consideration and comprising pixels spatially related to the pixel under consideration, the first moving matrix traversing the first array for consideration of each pixel of the current frame; and

determining whether the pixel under consideration and each pixel of the pixels
5 spatially related to the pixel under consideration along an oriented direction relative thereto within the first matrix are a particular value representing the presence of significant variation, and if so, establishing in a second matrix within the first matrix, centered on the pixel under consideration, and determining whether the amplitude of the pixels in the second matrix spatially related to the pixel under consideration along an
10 oriented direction relative thereto are indicative of movement along such oriented direction, the amplitude of the variation along the oriented direction being indicative of the velocity of movement, the size of the second matrix being varied to identify the matrix size most indicative of movement.

The process further comprises, in at least one domain selected from the group
15 consisting of i) luminance, ii) speed (V), iii) oriented direction (D1), iv) time constant (CO), v) hue, vi) saturation, and vii) first axis (x(m)), and viii) second axis (y(m)), and ix) data characterized by external inputs, forming a first histogram of the values in such domain for pixels indicative of movement along an oriented direction relative to the pixel under consideration. If desired, for the pixels in the first histogram, histograms of the
20 position of such pixels along coordinate axes may be formed, and from such histograms, an area of the image meeting criteria of the at least one domain may be determined.

A process for identifying pixels in an input signal in one of a plurality of classes in one of a plurality of domains comprises, on a frame-by-frame basis:

for each pixel of the input signal, analyzing the pixel and providing an output
25 signal for each domain containing information to identify each domain in which the pixel is classified ;

providing a classifier for each domain, the classifier enabling classification of pixels within each domain to selected classes within the domain;

providing a validation signal for the domains, the validation signal selecting
30 one or more of the plurality of domains for processing; and

forming a histogram for pixels of the output signal within the classes selected by the classifier within each domain selected by the validation signal.

The process further includes the steps of forming histograms along coordinate axes for the pixels within the classes selected by the classifier within each domain selected by the validation signal, and forming a composite signal corresponding to the spatial position of such pixels within the frame. Pixels falling within limits l_a , l_b , l_c , l_d in the histograms along the coordinate axes are then identified, and a composite signal from the pixels falling within these limits is formed.

A process for identifying the velocity of movement of an area of an input signal comprises:

for each particular pixel of the input signal, forming a first matrix comprising binary values indicating the existence or non-existence of a significant variation in the amplitude of the pixel signal between the current frame and a prior frame for a subset of the pixels of the frame spatially related to such particular pixel, and a second matrix comprising the amplitude of such variation;

determining in the first matrix whether the particular pixel and the pixels along an oriented direction relative to the particular pixel have binary values of a particular value representing significant variation, and, for such pixels, determining in the second matrix whether the amplitudes of the pixels along an oriented direction relative to the particular pixel vary in a known manner indicating movement of the pixel and the pixels along an oriented direction relative to the particular pixel, the amplitude of the variation along the oriented direction determining the velocity of movement of the particular pixel.

A process for identifying a non-moving area in an input signal comprises:

forming histograms along coordinate axes for pixels of the input signal without significant variation between the current frame and a prior frame; and

forming a composite signal corresponding to the spatial position of such pixels within the frame.

An apparatus for identifying relative movement in an input signal comprises:

means for smoothing the input signal using a time constant for each pixel, thereby generating a smoothed input signal;

means for determining for each pixel in the smoothed input signal a binary value corresponding to the existence of a significant variation in the amplitude of the pixel signal between the current frame and the immediately previous smoothed input frame, and for determining the amplitude of the variation;

means for using the existence of a significant variation for a given pixel to modify the time constant for the pixel to be used in smoothing subsequent frames of the input signal;

5 means for forming a first matrix comprising the binary values of a subset of the pixels of the frame spatially related to each particular pixel, and for forming a second matrix comprising the amplitude of the variation of the subset of the pixels of the frame spatially related to such particular pixel;

10 means for determining in the first matrix a particular area in which the binary value for each pixel is a particular value representing significant variation, and, for such particular area, for determining in the second matrix whether the amplitude varies along an oriented direction relative to the particular pixel in a known manner indicating movement of the pixel in the oriented direction, the amplitude of the variation along the oriented direction determining the velocity of movement of the pixel.

An apparatus for smoothing an input signal comprises:

15 means for smoothing each pixel of the input signal using a time constant (CO) for such pixel, thereby generating a smoothed pixel value (LO) ;

20 means for determining the existence of a significant variation for a given pixel, and modifying the time constant (CO) for the pixel to be used in smoothing the pixel in subsequent frames of the input signal based upon the existence of such significant variation.

An apparatus for identifying an area in relative movement in an input signal comprises:

means for generating a first array indicative of the existence of significant variation in the magnitude of each pixel between a current frame and a prior frame;

25 means for generating a second array indicative of the magnitude of significant variation of each pixel between the current frame and a prior frame;

30 means for establishing a first moving matrix centered on a pixel under consideration and comprising pixels spatially related to the pixel under consideration, the first moving matrix traversing the first array for consideration of each pixel of the current frame;

means for determining whether the pixel under consideration and each pixel along an oriented direction relative to the pixel under consideration within the first matrix is a particular value representing the presence of significant variation, and if so, for

establishing a second matrix within the first matrix, centered on the pixel under consideration, and for determining whether the amplitude of the pixels in the second matrix are indicative of movement along an oriented direction relative to the pixel under consideration, the amplitude of the variation along the oriented direction being indicative of the velocity of movement, the size of the second matrix being varied to identify the matrix size most indicative of movement.

An apparatus for identifying pixels in an input signal in one of a plurality of classes in one of a plurality of domains comprises:

means for analyzing each pixel of the input signal and for providing an output signal for each domain containing information to identify each domain in which the pixel is classified;

a classifier for each domain, the classifier classifying pixels within each domain in selected classes within the domain;

a linear combination unit for each domain, the linear combination unit generating a validation signal for the domain, the validation signal selecting one or more of the plurality of domains for processing; and

means for forming a histogram for pixels of the output signal within the classes selected by the classifier within each domain selected by the validation signal.

An apparatus for identifying the velocity of movement of an area of an input signal comprises:

means for determining for each pixel in the input signal a binary value corresponding to the existence of a significant variation in the amplitude of the pixel signal between the current frame and the immediately previous smoothed input frame, and for determining the amplitude of the variation,

means for forming, for each particular pixel of the input signal, a first matrix comprising the binary values of a subset of the pixels spatially related to such particular pixel, and a second matrix comprising the amplitude of the variation of the subset of the pixels spatially related to such particular pixel; and

means for determining in the first matrix whether for a particular pixel, and other pixels along an oriented direction relative to the particular pixel, the binary value for each pixel is a particular value representing significant variation, and, for such particular pixel and other pixels, determining in the second matrix whether the amplitude varies along an oriented direction relative to the particular pixel in a known manner indicating

movement of the pixel and the other pixels, the amplitude of the variation along the oriented direction determining the velocity of movement of the pixel and the other pixels.

An apparatus for identifying a non-moving area in an input signal comprises:
means for forming histograms along coordinate axes for pixels of a current
5 frame without a significant variation from such pixels in a prior frame; and
means for forming a composite signal corresponding to the spatial position of
such pixels within the frame.

10

BRIEF DESCRIPTION OF THE DRAWINGS

Fig. 1 is a diagrammatic illustration of the system according to the invention.

Fig. 2 is a block diagram of the temporal and spatial processing units of the invention.

Fig. 3 is a block diagram of the temporal processing unit of the invention.

15

Fig. 4 is a block diagram of the spatial processing unit of the invention.

Fig. 5 is a diagram showing the processing of pixels in accordance with the invention.

Fig. 6 illustrates the numerical values of the Freeman code used to determine movement direction in accordance with the invention.

20

Fig. 7 illustrates two nested matrices as processed by the temporal processing unit.

Fig. 8 illustrates hexagonal matrices as processed by the temporal processing unit.

Fig. 9 illustrates reverse-L matrices as processed by the temporal processing
25 unit.

Fig. 9a illustrates angular sector shaped matrices as processed by the temporal processing unit.

Fig. 10 is a block diagram showing the relationship between the temporal and spatial processing units, and the histogram formation units.

30

Fig. 11 is a block diagram showing the interrelationship between the various histogram formation units.

Fig. 12 shows the formation of a two-dimensional histogram of a moving area from two one-dimensional histograms.

Fig. 13 is a block diagram of an individual histogram formation unit.

Fig.14 illustrates the use of the classifier for finding an alignment of points relative to the direction of an analysis axis.

Fig.14a illustrates a one-dimensional histogram.

5 Fig. 15 illustrates the use of the system of the invention for video-conferencing.

Fig.16 is a top view of the system of the invention for video-conferencing.

Fig.17 is a diagram illustrating histograms formed on the shape of the head of a participant in a video conference.

10 Fig. 18 illustrates the system of the invention eliminating unnecessary information in a video-conferencing application.

Fig. 19 is a block diagram showing use of the system of the invention for target tracking.

15 Fig. 20 is an illustration of the system of the invention selecting a target for tracking.

Figs. 21-23 illustrate the system of the invention locking on to a selected target.

Fig. 24 illustrates the processing of the system using a Mallat diagram.

20

DETAILED DESCRIPTION OF THE INVENTION

The present invention is a method and apparatus for detection of relative movement or non-movement of an area within an image. Relative movement, as used
25 herein, means movement of an area, which may be an "object" in the broadest sense of the term, e.g., a person, a portion of a person, or any animals or inanimate object, in an approximately motionless environment, or approximate immobility of an area in an environment that is at least partially in movement.

Referring to Fig. 1, image processing system 11 includes an input 12 that
30 receives a digital video signal S originating from a video camera or other imaging device 13 which monitors a scene 13a. Imaging device 13 is preferably a conventional CMOS type CCD camera. It is, however, foreseen that the system of the invention may be used with any appropriate sensor e. g. , ultrasound, IR, Radar, tactile array, etc. , that generates

an output in the form of an array of information corresponding to information observed by the imaging device. Imaging device 13 may have a direct digital output, or an analog output that is converted by an A/D convertor into digital signal S.

While signal S may be a progressive signal, in a preferred embodiment, in
5 which imaging device 13 is a conventional video camera, signal S is composed of a succession of pairs of interlaced frames, TR_1 and TR'_1 , and TR_2 and TR'_2 , each consisting of a succession of horizontal scanned lines, e.g., $l_{1,1}, l_{1,2}, \dots, l_{1,17}$ in TR_1 , and $l_{2,1}$ in TR_2 . Each line consists of a succession of pixels or image-points PI, e.g., $a_{1,1}, a_{1,2}$ and $a_{1,3}$ for line $l_{1,1}$; $a_{1,17,1}$ and $a_{1,17,2}$ for line $l_{1,17}$; $a_{1,1}$ and $a_{1,2}$ for line $l_{2,1}$. Signal S(PI) represents signal S
10 composed of pixels PI.

As known in the art, S(PI) includes a frame synchronization signal (ST) at the beginning of each frame, a line synchronization signal (SL) at the beginning of each line, and a blanking signal (BL). Thus, S(PI) includes a succession frames, which are representative of the time domain, and within each frame, a series of lines and pixels,
15 which are representative of the spatial domain.

In the time domain, "successive frames" shall refer to successive frames of the same type (i. e. , odd frames such as TR_1 , or even frames such as TR'_1), and "successive pixels in the same position" shall denote successive values of the pixels (PI) in the same location in successive frames of the same type, e.g., $a_{1,1}$ of $l_{1,1}$ in frame TR_1 and $a_{1,1}$ of $l_{1,1}$
20 in the next corresponding frame TR_2 .

Image processing system 11 generates outputs ZH and SR 14, which are preferably digital signals. Complex signal ZH comprises a number of output signals generated by the system, preferably including signals indicating the existence and localization of an area or object in motion, and the speed V and the oriented direction of displacement DI of pixels of the image. Also output from the system, if desired, is input
25 digital video signal S, which is delayed (SR) to make it synchronous with the output ZH for the frame, taking into account the calculation time for the data in composite signal ZH (one frame). The delayed signal SR is used to display the image received by camera 13 on a monitor or television screen 10, which may also be used to display the information
30 contained in composite signal ZH. Composite signal ZH may also be transmitted to a separate processing assembly 10a in which further processing of the signal may be accomplished.

Referring to Fig. 2, image processing system 11 includes a first assembly 11a, which consists of a temporal processing unit 15 having an associated memory 16, a spatial processing unit 17 having a delay unit 18 and sequencing unit 19, and a pixel clock 20, which generates a clock signal HP, and which serves as a clock for temporal processing unit 15 and sequencing unit 19. Clock pulses HP are generated by clock 20 at the pixel rate of the image, which is preferably 13.5 MHZ.

Fig. 3 shows the operation of temporal processing unit 15, the function of which is to smooth the video signal and generate a number of outputs that are utilized by spatial processing unit 17. During processing, temporal processing unit 15 retrieves from memory 16 the smoothed pixel values LI of the digital video signal from the immediately prior frame, and the values of a smoothing time constant CI for each pixel. As used herein, LO and CO shall be used to denote the pixel values (L) and time constants (C) stored in memory 16 from temporal processing unit 15, and LI and CI shall denote the pixel values (L) and time constants (C) respectively for such values retrieved from memory 16 for use by temporal processing unit 15. Temporal processing unit 15 generates a binary output signal DP for each pixel, which identifies whether the pixel has undergone significant variation, and a digital signal CO, which represents the updated calculated value of time constant C.

Referring to Fig. 3, temporal processing unit 15 includes a first block 15a which receives the pixels PI of input video signal S. For each pixel PI, the temporal processing unit retrieves from memory 16 a smoothed value LI of this pixel from the immediately preceding corresponding frame, which was calculated by temporal processing unit 15 during processing of the immediately prior frame and stored in memory 16 as LO. Temporal processing unit 15 calculates the absolute value AB of the difference between each pixel value PI and LI for the same pixel position (for example $a_{1,1}$, of $l_{1,1}$ in TR_1 and of $l_{1,1}$ in TR_2 :

$$AB = |PI-LI|$$

30

Temporal processing unit 15 is controlled by clock signal HP from clock 20 in order to maintain synchronization with the incoming pixel stream. Test block 15b of temporal processing unit 15 receives signal AB and a threshold value SE. Threshold SE

may be constant, but preferably varies based upon the pixel value PI, and more preferably varies with the pixel value so as to form a gamma correction. Known means of varying SE to form a gamma correction is represented by the optional block 15e shown in dashed lines. Test block 15b compares, on a pixel-by-pixel basis, digital signals AB and SE in order to determine a binary signal DP. If AB exceeds threshold SE, which indicates that pixel value PI has undergone significant variation as compared to the smoothed value LI of the same pixel in the prior frame, DP is set to "1" for the pixel under consideration. Otherwise, DP is set to "0" for such pixel.

When DP = 1, the difference between the pixel value PI and smoothed value LI of the same pixel in the prior frame is considered too great, and temporal processing unit 15 attempts to reduce this difference in subsequent frames by reducing the smoothing time constant C for that pixel. Conversely, if DP = 0, temporal processing unit 15 attempts to increase this difference in subsequent frames by increasing the smoothing time constant C for that pixel. These adjustments to time constant C as a function of the value of DP are made by block 15c. If DP = 1, block 15c reduces the time constant by a unit value U so that the new value of the time constant CO equals the old value of the constant CI minus unit value U.

$$CO = CI - U$$

20

If DP = 0, block 15c increases the time constant by a unit value U so that the new value of the time constant CO equals the old value of the constant CI plus unit value U.

25

$$CO = CI + U$$

Thus, for each pixel, block 15c receives the binary signal DP from test unit 15b and time constant CI from memory 16, adjusts CI up or down by unit value U, and generates a new time constant CO which is stored in memory 16 to replace time constant CI.

30

In a preferred embodiment, time constant C, is in the form 2^p , where p is incremented or decremented by unit value U, which preferably equals 1, in block 15c. Thus, if DP = 1, block 15c subtracts one (for the case where U=1) from p in the time

constant 2^p which becomes 2^{p-1} . If $DP = 0$, block 15c adds one to p in time constant 2^p , which becomes 2^{p+1} . The choice of a time constant of the form 2^p facilitates calculations and thus simplifies the structure of block 15c.

Block 15c includes several tests to ensure proper operation of the system.
 5 First, CO must remain within defined limits. In a preferred embodiment, CO must not become negative ($CO \geq 0$) and it must not exceed a limit N ($CO \leq N$), which is preferably seven. In the instance in which CI and CO are in the form 2^p , the upper limit N is the maximum value for p .

The upper limit N may either be constant or variable. If N is variable, an
 10 optional input unit 15f includes a register or memory that enables the user, or another controller to vary N . The consequence of increasing N is to increase the sensitivity of the system to detecting displacement of pixels, whereas reducing N improves detection of high speeds. N may be made to depend on PI (N may vary on a pixel-by-pixel basis, if desired) in order to regulate the variation of LO as a function of the lever of PI, i.e., $N_{ij} =$
 15 $f(PI_{ij})$, the calculation of which is done in block 15f, which in this case would receive the value of PI from video camera 13.

Finally, a calculation block 15d receives, for each pixel, the new time constant
 CO generated in block 15c, the pixel values PI of the incoming video signal S, and the smoothed pixel value LI of the pixel in the previous frame from memory 16. Calculation
 20 block 15d then calculates a new smoothed pixel value LO for the pixel as follows:

$$LO = LI + (PI - LI) / CO$$

25 If $CO = 2^p$, then

$$LO = LI + (PI - LI) / 2^{p_0}$$

where " p_0 ", is the new value of p calculated in unit 15c and which replaces previous value
 30 of " p " in memory 16.

The purpose of the smoothing operation is to normalize variations in the value of each pixel PI of the incoming video signal for reducing the variation differences. For each pixel of the frame, temporal processing unit 15 retrieves LI and CI from memory 16,

and generates new values LO (new smoothed pixel value) and CO (new time constant) that are stored in memory 16 to replace LI and CI respectively. As shown in Fig. 2, temporal processing unit 15 transmits the CO and DP values for each pixel to spatial processing unit 17 through the delay unit 18.

5 The capacity of memory 16 assuming that there are R pixels in a frame, and therefore 2R pixels per complete image, must be at least $2R(e+f)$ bits, where e is the number of bits required to store a single pixel value LI (preferably eight bits), and f is the number of bits required to store a single time constant CI (preferably 3 bits). If each video image is composed of a single frame (progressive image), it is sufficient to use $R(e+f)$ bits
10 rather than $2R(e+f)$ bits.

Spatial processing unit 17 is used to identify an area in relative movement in the images from camera 13 and to determine the speed and oriented direction of the movement. Spatial processing unit 17, in conjunction with delay unit 18, cooperates with a control unit 19 that is controlled by clock 20, which generates clock pulse HP at the
15 pixel frequency. Spatial processing unit 17 receives signals DP_{ij} and CO_{ij} (where i and j correspond to the x and y coordinates of the pixel) from temporal processing unit 15 and processes these signals as discussed below. Whereas temporal processing unit 15 processes pixels within each frame, spatial processing unit 17 processes groupings of pixels within the frames.

20 Fig. 5 diagrammatically shows the temporal processing of successive corresponding frame sequences TR_1 , TR_2 , TR_3 and the spatial processing in the these frames of a pixel PI with coordinates x, y, at times t_1 , t_2 , and t_3 . A plane in Fig. 5 corresponds to the spatial processing of a frame, whereas the superposition of frames corresponds to the temporal processing of successive frames.

25 Signals DP_{ij} and CO_{ij} from temporal processing unit 15 are distributed by spatial processing unit 17 into a first matrix 21 containing a number of rows and columns much smaller than the number of lines L of the frame and the number of pixels M per line. Matrix 21 preferably includes $2l + 1$ lines along the y axis and $2m+1$ columns along the x axis (in Cartesian coordinates), where l and m are small integer numbers.
30 Advantageously, l and m are chosen to be powers of 2, where for example l is equal to 2^a and m is equal to 2^b , a and b being integer numbers of about 2 to 5, for example. To simplify the drawing and the explanation, m will be taken to be equal to l (although it may be different) and $m = l = 2^3 = 8$. In this case, matrix 21 will have $2 \times 8 + 1 = 17$ rows and

17 columns. Fig. 4 shows a portion of the 17 rows $Y_0, Y_1, \dots, Y_{15}, Y_{16}$ and 17 columns $X_0, X_1, \dots, X_{15}, X_{16}$ which form matrix 21.

Spatial processing unit 17 distributes into $l \times m$ matrix 21 the incoming flows of DP_{ijt} and CO_{ijt} from temporal processing unit 15. It will be appreciated that only a subset of all DP_{ijt} and CO_{ijt} values will be included in matrix 21, since the frame is much larger, having L lines and M pixels per row (e.g., 312.5 lines and 250-800 pixels), depending upon the TV standard used.

In order to distinguish the $L \times M$ matrix of the incoming video signal from the $l \times m$ matrix 21 of spatial processing unit 17, the indices i and j will be used to represent the coordinates of the former matrix (which will only be seen when the digital video signal is displayed on a television screen or monitor) and the indices x and y will be used to represent the coordinates of the latter. At a given instant, a pixel with an instantaneous value PI_{ijt} is characterized at the input of the spatial processing unit 17 by signals DP_{ijt} and CO_{ijt} . The $(2l+1) \times (2m+1)$ matrix 21 is formed by scanning each of the $L \times M$ matrices for DP and CO.

In matrix 21, each pixel is defined by a row number between 0 and 16 (inclusive), for rows Y_0 to Y_{16} respectively, and a column number between 0 and 16 (inclusive), for columns X_0 to X_{16} respectively, in the case in which $l = m = 8$. In this case, matrix 21 will be a plane of $17 \times 17 = 289$ pixels.

In Fig. 4, elongated horizontal rectangles Y_0 to Y_{16} (only four of which have been shown, i.e., Y_0, Y_1, Y_{15} and Y_{16}) and vertical lines X_0 to X_{16} (of which only four have been shown, i.e., X_0, X_1, X_{15} and X_{16}) illustrate matrix 21 with 17×17 image points or pixels having indices defined at the intersection of an ordinate row and an abscissa column. For example, the P_{88} is at the intersection of column 8 and row 8 as illustrated in Fig. 4 at position e, which is the center of matrix 21.

In response to the HP and BL signals from clock 20 (Fig. 2), a rate control or sequencing unit 19: i) generates a line sequence signal SL at a frequency equal to the quotient of 13.5 MHz (for an image with a corresponding number of pixels) divided by the number of columns per frame (for example 400) to delay unit 18, ii) generates a frame signal SC, the frequency of which is equal to the quotient 13.5/400 MHz divided by the number of rows in the video image, for example 312.5, iii) and outputs the HP clock signal. Blanking signal BL is used to render sequencing unit 19 non-operational during synchronization signals in the input image.

A delay unit 18 carries out the distribution of portions of the $L \times M$ matrix into matrix 21. Delay unit 18 receives the DP, CO, and incoming pixel S(PI) signals, and distributes these into matrix 21 using clock signal HP and line sequence and column sequence signals SL and SC.

5 In order to form matrix 21 from the incoming stream of DP and CO signals, the successive rows Y_0 to Y_{16} for the DP and CO signals must be delayed as follows:

row Y_0 - not delayed ;

row Y_1 - delayed by the duration of a frame line TP;

row Y_2 - delayed by 2 TP;

10 and so on until

row Y_{16} - delayed by 16 TP.

The successive delays of the duration of a frame row TP, are carried out in a cascade of sixteen delay circuits r_1, r_2, \dots, r_{16} that serve rows Y_1, Y_2, \dots, Y_{16} , respectively, row Y_0 being served directly by the DP and CO signals without any delay upon arriving from temporal processing unit 15. All delay circuits r_1, r_2, \dots, r_{16} may be built up by a delay line with sixteen outputs, the delay imposed by any section thereof between two successive outputs being constant and equal to TP.

Rate control unit 19 controls the scanning of the entire $L \times M$ frame matrix over matrix 21. The circular displacement of pixels in a row of the frame matrix on the 17×17 matrix, for example from X_0 to X_{16} on row Y_0 , is done by a cascade of sixteen shift registers d on each of the 17 rows from Y_0 to Y_{16} (giving a total of $16 \times 17 = 272$ shift registers) placed in each row between two successive pixel positions, namely the register d_{01} between positions PI_{00} and PI_{01} , register d_{02} between positions PI_{01} and PI_{02} , etc. Each register imposes a delay TS equal to the time difference between two successive pixels in a row or line, using column sequence signal SC. Because rows l_1, l_2, \dots, l_{17} in a frame TR_1 (Fig.1), for S(PI) and for DP and CO, reach delay unit 18 shifted by TP (complete duration of a row) one after the other, and delay unit 18 distributes them with gradually increasing delays of TP onto rows Y_0, Y_1, \dots, Y_{17} , these rows display the DP and CO signals at a given time for rows l_1, l_2, \dots, l_{17} in the same frame portion. Similarly in a given row, e.g., l_1 , successive pixel signals $a_{1,1}, a_{1,2}, \dots$ arrive shifted by TS and shift registers d impose a delay also equal to TS. As a result, the pixels of the DP and CO signals in a given row Y_0 to Y_{16} in matrix 21, are contemporary, i.e., they correspond to the same frame portion.

The signals representing the COs and DPs in matrix 21 are available at a given instant on the $16 \times 17 = 272$ outputs of the shift registers, as well as upstream of the registers ahead of the 17 rows, i.e. registers $d_{0,1}, d_{1,1} \dots d_{16,1}$, which makes a total of $16 \times 17 + 17 = 17 \times 17$ outputs for the 17×17 positions $P_{0,0}, P_{0,1}, \dots, P_{8,8}, \dots, P_{16,16}$.

5 In order to better understand the process of spatial processing, the system will be described with respect to a small matrix M3 containing 3 rows and 3 columns where the central element of the 9 elements thereof is pixel e with coordinates $x = 8, y = 8$ as illustrated below:

$$\begin{array}{ccc}
 a & b & c \\
 d & e & f \\
 g & h & i
 \end{array} \quad (M3)$$

In matrix M3, positions a, b, c, d, f, g, h, i around the central pixel e correspond to eight oriented directions relative to the central pixel. The eight directions may be identified using the Freeman code illustrated in Fig. 6, the directions being coded 0 to 7 starting from the x axis, in steps of 45° . In the Freeman code, the eight possible oriented directions, may be represented by a 3-bit number since $2^3 = 8$.

Considering matrix M3, the 8 directions of the Freeman code are as follows:

$$\begin{array}{ccc}
 3 & 2 & 1 \\
 4 & \underline{e} & 0 \\
 5 & 6 & 7
 \end{array}$$

25 Returning to matrix 21 having 17×17 pixels, a calculation unit 17a examines at the same time various nested square second matrices centered on e, with dimensions $15 \times 15, 13 \times 13, 11 \times 11, 9 \times 9, 7 \times 7, 5 \times 5$ and 3×3 , within matrix 21, the 3×3 matrix being the M3 matrix mentioned above. Spatial processing unit 17 determines which matrix is the smallest in which pixels with $DP = 1$ are aligned along a straight line which
 30 determines the direction of movement of the aligned pixels.

For the aligned pixels in the matrix, the system determines if CO varies on each side of the central position in the direction of alignment, from +a in an oriented direction and -a in the opposite oriented direction, where $I < a < N$. For example, if

positions g, e, and c of M3 have values -1, 0, +1, then a displacement exists in this matrix from right to left in the (oriented) direction 1 in the Freeman code (Fig. 6). However, positions g, e, and c must at the same time have $DP = 1$. The displacement speed of the pixels in motion is greater when the matrix, among the 3 x 3 to 15 x 15 nested matrices, in which CO varies from +1 or -1 between two adjacent positions along a direction is larger. For example, if positions g, e, and c in the 9 x 9 matrix denoted M9 have values -1, 0, +1 in oriented direction 1, the displacement will be faster than for values -1, 0, +1 in 3 x 3 matrix M3 (Fig. 7). The smallest matrix for which a line meets the test of $DP=1$ for the pixels in the line and CO varies on each side of the central position in the direction of alignment, from +a in an oriented direction and -a in the opposite oriented direction, is chosen as the principal line of interest.

In a further step in the smallest matrix 3x3, the validity of the calculation with a variation of plus or minus two units (Co) with $DP=1$ determines a subpixel movement i.e. one half of pixel per image.

In the same way if the variation is of plus or minus 3, the movement is still slower i.e. one third of pixel per image.

One improvement for reducing the power of calculation is to test only the values which are symmetrical relative to the central value. The test $DP=1$ and $CO=\pm 1$ or $CO=\pm 2$ and ± 3 in the smallest matrix allows to simplify the hardware.

Since CO is represented as a power of 2 in a preferred embodiment, an extended range of speeds may be identified using only a few bits for CO, while still enabling identification of relatively low speeds. Varying speed may be detected because, for example -2, 0, +2 in positions g, e, c in 3 x 3 matrix M3 indicates a speed half as fast as the speed corresponding to 1, 0, +1 for the same positions in matrix M3.

Two tests are preferably performed on the results to remove uncertainties. The first test chooses the strongest variation, in other words the highest time constant, if there are variations of CO along several directions in one of the nested matrices. The second test arbitrarily chooses one of two (or more) directions along which the variation of CO is identical, for example by choosing the smallest value of the Freeman code, in the instance when identical lines of motion are directed in a single matrix in different directions This usually arises when the actual direction of displacement is approximately between two successive coded directions in the Freeman code, for example between directions 1 and 2

corresponding to an (oriented) direction that can be denoted 1.5 (Fig. 6) of about 67.5° with the x axis direction (direction 0 in the Freeman code).

The scanning of an entire frame of the digital video signal S preferably occurs in the following sequence. The first group of pixels considered is the first 17 rows or lines of the frame, and the first 17 columns of the frame. Subsequently, still for the first 17 rows of the frame, the matrix is moved column by column from the left of the frame to the right, as shown in Fig. 5, i.e. from portion TM_1 at the extreme left, then TM_2 offset by one column with respect to TM_1 , until TM_M (where M is the number of pixels per frame line or row) at the extreme right. Once the first 17 rows have been considered for each column from left to right, the process is repeated for rows 2 to 18 in the frame. This process continues, shifting down one row at a time until the last group of lines at the bottom of the frame, i.e., lines $L - 16 \dots L$ (where L is the number of lines per frame) are considered.

Spatial processing unit 17 generates the following output signals for each pixel: i) a signal V representing the displacement speed for the pixel, based upon the amplitude of the maximum variation of CO surrounding the pixel, the value of which may be, for example, represented by an integer in the range 0 - 7 if the speed is in the form of a power of 2, and therefore may be stored in 3 bits, ii) a signal DI representing the direction of displacement of the pixel, which is calculated from the direction of maximum variation, the value of DI being also preferably represented by an integer in the range 0 - 7 corresponding to the Freeman code, stored in 3 bits, iii) a binary validation signal VL which indicates whether the result of the speed and oriented direction is valid, in order to be able to distinguish a valid output with $V = 0$ and $DI = 0$, from the lack of an output due to an incident, this signal being 1 for a valid output or 0 for an invalid output, iv) a time constant signal CO, stored in 3 bits, for example, and v) a delayed video signal SR consisting of the input video signal S delayed in the delay unit 18 by 16 consecutive line durations TR and therefore by the duration of the distribution of the signal S in the 17×17 matrix 21, in order to obtain a video signal timed to matrix 21, which may be displayed on a television set or monitor. Also output are the clock signal HP, line sequence signal SL and column sequence signal SC from control unit 19.

An improvement in the calculation of the motion where several directions are responsive at the same time consists in testing by group of 3 contiguous directions the validity of the operations and to select only the central value.

Nested hexagonal matrices (Fig 8) or an inverted L-shaped matrix (Fig. 9) may be substituted for the nested rectangular matrices in Figs. 4 and 7. In the case shown in Fig. 8, the nested matrices (in which only the most central matrices MR1 and MR2 have been shown) are all centered on point MR0 which corresponds to the central point of matrices M3, M9 in Fig. 7. The advantage of a hexagonal matrix system is that it allows the use of oblique coordinate axes x_a , y_a , and a breakdown into triangles with identical sides, to carry out an isotropic speed calculation.

The matrix in Fig. 9 is composed of a single row (L_u) and a single column (C_u) starting from the central position MR_u in which the two signals DP and CO respectively are equal to "1" for DP and increase or decrease by one unit for CO, if movement occurs.

If movement is in the direction of the x coordinate, the CO signal is identical in all positions (boxes) in column C_u , and the binary signal DP is equal to 1 in all positions in row L_u , from the origin MR_u , with the value CO_u , up to the position in which CO is equal to $CO_u + 1$ or -1 inclusive. If movement is in the direction of the y coordinate, the CO signal is identical in all positions (boxes) in row L_u , and the binary signal DP is equal to 1 in all positions in column C_u , from the origin MR_u , with the value CO_u , up to the position in which CO is equal to $CO_u + 1$ or -1 inclusive. If movement is oblique relative to the x and y coordinates, the binary signal DP is equal to 1 and CO is equal to CO_u in positions (boxes) of L_u and in positions (boxes) of C_u , the slope being determined by the perpendicular to the line passing through the two positions in which the signal CO_u changes by the value of one unit, the DP signal always being equal to 1.

Fig 9 shows the case in which $DP = 1$ and CO_u changes value by one unit in the two specific positions L_{u3} and C_{u5} and indicates the corresponding slope P_p . In all cases, the displacement speed is a function of the position in which CO changes value by one unit. If CO changes by one unit in L_u or C_u only, it corresponds to the value of the CO variation position. If CO changes by one unit in a position in L_u and in a position in C_u , the speed is proportional to the distance between MR_u and E_x (intersection of the line perpendicular to C_u-L_u passing through MR_u).

Fig.9a shows an imaging device with sensors located at the crossings of concentric lines c and radial lines d, said lines corresponding to the rows and columns of a rectangular matrix imaging device.

An angular sector shaped odd matrix $n \times n$ Mc is associated to said imaging device.

The operation of such imaging arrangement is controlled by a circular scanning sequencer.

Except the sequencing differences, the operation of this arrangement is identical to that of the square matrix arrangement.

5 As shown in Figs 10 - 14, image processing system 11 is used in connection with a histogram processor 22a for identifying objects within the input signal based upon userspecified criteria for identifying such objects. A bus Z-Z₁ (See Figs. 2, 10 and 11) transfers the output signals of image processing system 11 to histogram processor 22a. Histogram processor 22a generates composite output signal ZH which contains
10 information on the areas in relative movement in the scene.

Referring to Fig. 11, histogram processor 22a includes a bus 23 for communicating signals between the various components thereof. Histogram formation and processing blocks 24 - 29 receive the various input signals, i.e., delayed digital video signal SR, speed V, oriented directions (in Freeman code) D1, time constant CO, first axis
15 x(m) and second axis y(m), which are discussed in detail below. The function of each histogram formation block is to enable a histogram to be formed for the domain associated with that block. For example, histogram formation block 24 receives the delayed digital video signal SR and enables a histogram to be formed for the luminance values of the video signal. Since the luminance of the signal will generally be represented
20 by a number in the range of 0-255, histogram formation block 24 is preferably a memory addressable with 8 bits, with each memory location having a sufficient number of bits to correspond to the number of pixels in a frame.

Histogram formation block 25 receives speed signal V and enables a histogram to be formed for the various speeds present in a frame. In a preferred
25 embodiment, the speed is an integer in the range 0-7. Histogram formation block 25 is then preferably a memory addressable with 3 bits, with each memory location having a sufficient number of bits to correspond to the number of pixels in a frame.

Histogram formation block 26 receives oriented direction signal D1 and enables a histogram to be formed for the oriented directions present in a frame. In a
30 preferred embodiment, the oriented direction is an integer in the range 0-7, corresponding to the Freeman code. Histogram formation block 26 is then preferably a memory addressable with 3 bits, with each memory location having a sufficient number of bits to correspond to the number of pixels in a frame.

Histogram formation block 27 receives time constant signal CO and enables a histogram to be formed for the time constants of the pixels in a frame. In a preferred embodiment, the time constant is an integer in the range 0-7. Histogram formation block 27 is then preferably a memory addressable with 3 bits, with each memory location
5 having a sufficient number of bits to correspond to the number of pixels in a frame.

Histogram formation blocks 28 and 29 receive the x and y positions respectively of pixels for which a histogram is to be formed, and form histograms for such pixels, as discussed in greater detail below. Histogram formation block 28 is preferably addressable with the number of bits corresponding to the number of pixels in a line, with
10 each memory location having a sufficient number of bits to correspond to the number of lines in a frame, and histogram formation block 29 is preferably addressable with the number of bits corresponding to the number of lines in a frame, with each memory location having a sufficient number of bits to correspond to the number of pixels in a line.

Referring to Figs. 12 and 13, each of the histogram formation blocks 24 - 29
15 has an associated validation block 30 - 35 respectively, which generates a validation signal V1 - V6 respectively. In general, each of the histogram formation blocks 24-29 is identical to the others and functions in the same manner. For simplicity, the invention will be described with respect to the operation of histogram formation block 25, it being appreciated that the remaining histogram formation blocks operate in a like manner.
20 Histogram formation block 25 includes a histogram forming portion 25a, which forms the histogram for that block, and a classifier 25b, for selecting the criteria of pixels for which the histogram is to be formed. Histogram forming portion 25a and classifier 25b operate under the control of computer software in an integrated circuit 25c, which extracts certain limits of the histogram generated by the histogram formation block.

25 Referring to Fig. 13, histogram forming portion 25a includes a memory 100, which is preferably a conventional digital memory. In the case of histogram formation block 25 which forms a histogram of speed, memory 100 is sized to have addresses 0-7, each of which may store up to the number of pixels in an image. Between frames, memory 100 is initiated, i.e., cleared of all memory, by setting *init*=1 in multiplexors 102
30 and 104. This has the effect, with respect to multiplexor 102 of selecting the "0" input, which is output to the Data In line of memory 100. At the same time, setting *init*=1 causes multiplexor 104 to select the Counter input, which is output to the Address line of memory 100. The Counter input is connected to a counter (not shown) that counts through

all of the addresses for memory 100, in this case $0 \leq \text{address} \leq 7$. This has the effect of placing a zero in all memory addresses of memory 100. Memory 100 is preferably cleared during the blanking interval between each frame. After memory 100 is cleared, the *init* line is set to zero, which in the case of multiplexor 102 results in the content of the Data line being sent to memory 100, and in the case of multiplexor 104 results in the data from spatial processing unit 117, i.e., the V data, being sent to the Address line of memory 100.

Classifier 25b enables only data having selected classification criteria to be considered further, meaning to possibly be included in the histograms formed by histogram formation blocks 24-29. For example, with respect to speed, which is preferably a value in the range of 0-7, classifier 25b may be set to consider only data within a particular speed category or categories, e.g., speed 1, speeds 3 or 5, speed 3-6, etc. Classifier 25b includes a register 106 that enables the classification criteria to be set by the user, or by a separate computer program. By way of example, register 106 will include, in the case of speed, eight registers numbered 0-7. By setting a register to "1", e.g., register number 2, only data that meets the criteria of the selected class, e.g., speed 2, will result in a classification output of "1". Expressed mathematically, for any given register in which $R(k) = b$, where k is the register number and b is the boolean value stored in the register:

$$\text{Output} = R(\text{data}(V))$$

So for a data point V of magnitude 2, the output of classifier 25b will be "1" only if $R(2)=1$. The classifier associated with histogram formation block 24 preferably has 256 registers, one register for each possible luminance value of the image. The classifier associated with histogram formation block 26 preferably has 8 registers, one register for each possible direction value. The classifier associated with histogram formation block 27 preferably has 8 registers, one register for each possible value of CO. The classifier associated with histogram formation block 28 preferably has the same number of registers as the number of pixels per line. Finally, the classifier associated with histogram formation block 29 preferably has the same number of registers as the number of lines per frame. The output of each classifier is communicated to each of the validation blocks 30-35 via bus 23, in the case of histogram formation blocks 28 and 29, through combination unit 36, which will be discussed further below.

Validation units 30-35 receive the classification information in parallel from all classification units in histogram formation blocks 24 - 29. Each validation unit generates a validation signal which is communicated to its associated histogram formation block 24 - 29. The validation signal determines, for each incoming pixel, whether the histogram formation block will utilize that pixel in forming its histogram. Referring again to Fig. 13, which shows histogram formation block 25, validation unit 31 includes a register block 108 having a register associated with each histogram formation block, or more generally, a register associated with each data domain that the system is capable of processing, in this case, luminance, speed, direction, CO, and x and y position. The content of each register in register block 108 is a binary value that may be set by a user or by a computer controller. Each validation unit receive via bus 23 the output of each of the classifiers, in this case numbered 0 ... p, keeping in mind that for any data domain, e.g., speed, the output of the classifier for that data domain will only be "1" if the particular data point being considered is in the class of the registers set to "1" in the classifier for that data domain. The validation signal from each validation unit will only be "1" if for each register in the validation unit that is set to "1", an input of "1" is received from the classifier for the domain of that register. This may be expressed as follows:

$$out = (\overline{in_0} + Reg_0) \cdot (\overline{in_1} + Reg_1) \cdot \dots \cdot (\overline{in_n} + Reg_n) (in_0 + in_1 + \dots + in_n)$$

where Reg_0 is the register in the validation unit associated with input in_0 . Thus, using the classifiers in combination with validation units 30 - 35, the system may select for processing only data points in any selected classes within any selected domains. For example, the system may be used to detect only data points having speed 2, direction 4, and luminance 125 by setting each of the following registers to "1": the registers in the validation units for speed, direction, and luminance, register 2 in the speed classifier, register 4 in the direction classifier, and register 125 in the luminance classifier. In order to form those pixels into a block, the registers in the validation units for the x and y directions would be set to "1" as well.

Referring again to Fig. 13, validation signal V2 is updated on a pixel-by-pixel basis. If, for a particular pixel, validation signal V2 is "1", adder 110 increments the output of memory 100 by one. If, for a particular pixel, validation signal V2 is "0", adder

100 does not increments the output of memory. In any case, the output of adder 100 is stored in memory 100 at the address corresponding to the pixel being considered. For example, assuming that memory 100 is used to form a histogram of speed, which may be categorized as speeds 0-7, and where memory 100 will include 0-7 corresponding memory locations, if a pixel with speed 6 is received, the address input to multiplexor 104 through the data line will be 6. Assuming that validation signal V2 is "1", the content in memory at location 6 will be incremented. Over the course of an image, memory 100 will contain a histogram of the pixels for the image in the category associated with the memory. If, for a particular pixel, validation signal V2 is "0" because that pixel is not in a category for which pixels are to be counted (e g., because that pixel does not have the correct direction, speed, or luminance), that pixel will not be used in forming the histogram.

For the histogram formed in memory 100, key characteristics for that histogram are simultaneously computed in a unit 112. Unit 112 includes memories for each of the key characteristics, which include the minimum (MIN) of the histogram, the maximum (MAX) of the histogram, the number of points (NBPTS) in the histogram, the position (POSRMAX) of the maximum of the histogram, and the number of points (RMAX) at the maximum of the histogram. These characteristics are determined in parallel with the formation of the histogram as follows:

- For each pixel with a validation signal V2 of "1":
- (a) if the data value of the pixel $<$ MIN (which is initially set to the maximum possible value of the histogram), then write data value in MIN,
 - (b) if the data value of the pixel $>$ MAX (which is initially set to the minimum possible value of the histogram), then write data value in MAX;
 - (c) if the content of memory 100 at the address of the data value of the pixel $>$ RMAX (which is initially set to the minimum possible value of the histogram), then i) write data value in POSRMAX and ii) write the memory output in RMAX.
 - (d) increment NBPTS (which is initially set to zero).

At the completion of the formation of the histogram in memory 100 at the end of each frame, unit 112 will contain important data characterizing the histogram. The histogram in each memory 100, and the characteristics of the histogram in units 112 are read during the scanning spot of each frame by a separate processor, and the memories 100 are cleared and units 112 are re-initialized for processing the next frame.

Figure 14 shows the determination of the orientation of an alignment of points relative to the direction of an analysis axis.

In this figure, the analysis axis extends with an angle relative to the horizontal side of the screen and the histogram built along the analysis axis refers to points
5 concerned by the analysis appearing on the screen.

For the histogram calculation device five particular values are calculated:

MIN, MAX, NBPTS, RAMX, POSRMAX

The use of these values allows to obtain some rapid results.

For example, the calculation of the ratio NBPTS/RMAX i.e. the number of
10 points involved in the histogram and the number of points in the maximal line allows to find an alignment of points perpendicular to the scanning axis.

The smaller is R and the most the alignment is perpendicular to the scanning axis.

One improvement of the calculation for example for positioning a vehicle on
15 the road is to carryout for each pixel simultaneously an analysis according all the possible analysis axis. In an analysis region, the calculation of the ration R for all the analysis axes and the search of the smallest value of R allows to find the axis perpendicular of the analysed points and consequently to know the alignment with a positioning, from the value POSRMAX.

20 Presently the map is divided by 16 ($180^\circ/16$).

The use of the moving pixels histogram, direction histogram and velocity histograms allows to find by reading POSRMAX the overall motion of the scene (moving camera) and in the classifying unit to inhibit these preponderant classes.

The device thus becomes responsive to elements which are subject to relative
25 motion in the image. The use of histograms according to two perpendicular axes with these elements in relative motion as validation element allows to detect and track and objet in relative motion.

The calculation of the histogram according to a projection axis is carried out
30 in a region delimited by the associated classifier between points a and b on the analysis axis.

An important improvement is to associate anticipation by creating an histogram of the same points with orientation and intensity of motion as input parameters.

The nominal values O-MVT corresponding to orientation of the movement and I-MVT corresponding to intensity of movement allow to modify the values a and b of the classifier of the unit connected to the calculation of the analysis axis for the calculation for the next frame. This is anticipation.

5 The result is greatly improved.

Fig.14a shows an example of the successive classes $C_1, C_2 \dots C_{n-1}, C_n$, each representing a particular velocity, for a hypothetical velocity histogram, with their being categorization for up to 16 velocities (15 are shown) in this example. Also shown is envelope 38, which is a smoothed representation of the histogram.

10 In order to locate the position of an object having user specified criteria within the image, histogram blocks 28 and 29 are used to generate histograms for the x and y positions of pixels with the selected criteria. These are shown in Fig. 12 as histograms along the x and y coordinates. These x and y data are output to moving area formation block 36 which combines the abscissa and ordinate information $x(m)_2$ and $y(m)_2$
15 respectively into a composite signal $xy(m)$ that is output onto bus 23. A sample composite histogram 40 is shown in Fig. 12. The various histograms and composite signal $xy(m)$ that are output to bus 23 are used to determine if there is a moving area in the image, to localize this area, and/or to determine its speed and oriented direction. Because the area in relative movement may be in an observation plane along directions x and y which are not
20 necessarily orthogonal, (e. g. , as discussed below with respect to Figs. 15 and 16), a data change block 37 may be used to convert the x and y data to orthogonal coordinates. Data change block 37 receives orientation signals $x(m)_0$ and $y(m)_0$ for $x(m)_0$ and $y(m)_0$ axes, as well as pixel clock signals HP, line sequence and column sequence signals SL and SC (these three signals being grouped together in bundle F in Figs. 2, 4, and 10) and
25 generates the orthogonal $x(m)_1$ and $y(m)_1$ signals that are output to histogram formation blocks 28 and 29 respectively.

In order to process pixels only within a user-defined area, the x-direction histogram formation unit may be set to process pixels only in a class of pixels defined by boundaries, i.e. XMIN and XMAX. Any pixels outside of this class will not be processed.
30 Similarly, the y-direction histogram formation unit may be set to process pixels only in a class of pixels defined by boundaries YMIN and YMAX. Thus, the system can process pixels only in a defined rectangle by setting the XMIN and XMAX, and YMIN and YMAX values as desired. Of course, the classification criteria and validation criteria from

the other histogram formation units may be set in order to form histograms of only selected classes of pixels in selected domains in selected areas.

Fig 12 diagrammatically represents the envelopes of histograms 38 and 39, respectively in x and y coordinates, for velocity data. In this example, x_M and y_M represent the x and y coordinates of the maxima of the two histograms 38 and 39, whereas l_a and l_b for the x axis and l_c and l_d for the y axis represent the limits of the range of significant or interesting speeds, l_a and l_c being the longer limits and l_b and l_d being the upper limited of the significant portions of the histograms. Limits l_a , l_b , l_c and l_d may be set by the user or by an application program using the system, may be set as a ratio of the maximum of the histogram, e.g., $x_M/2$, or may be set as otherwise desired for the particular application.

The vertical lines L_a and L_b of abscisses l_a and l_b and the horizontal lines L_c and L_d of ordinales l_c and l_d form a rectangle that surrounds the cross hatched area 40 of significant speeds (for all x and y directions). A few smaller areas 41 with longer speeds, exist close to the main area 40, and are typically ignored. In this example, all that is necessary to characterize the area with the largest variation of the parameter for the histogram, the speed V in this particular case, is to identify the coordinates of the limits l_a , l_b , l_c and l_d and the maxima x_M and y_M , which may be readily derived for each histogram from memory 100, the data in units 112, and the $xy(m)$ data block.

Thus, the system of the invention generates in real time, histograms of each of the parameters being detected. Assuming that it were desired to identify an object with a speed of "2" and a direction of "4", the validation units for speed and direction would be set to "1", and the classifiers for speed "2" and direction "4" would be set to "1". In addition, since it is desired to locate the object(s) with this speed and direction on the video image, the validation signals for histogram formation blocks 28 and 29, which correspond to the x and y coordinates, would be set to "1" as well. In this way, histogram formation blocks 28 and 29 would form histograms of only the pixels with the selected speed and direction, in real-time. Using the information in the histogram, and especially POSRMAX, the object with the greatest number of pixels at the selected speed and direction could be identified on the video image in real-time. More generally, the histogram formation blocks can localize objects in real-time meeting user-selected criteria, and may produce an output signal, e.g., a light or a buzzer if an object is detected. Alternatively, the information may be transmitted, e.g., by wire, optical fiber or radio

relay for remote applications, to a control unit, such as unit 10a in Fig. 1, which may be near or remote from image processing system 11.

Fig. 15 shows an example of use of the system of the invention to perform automatic framing of a person moving, for example, during a video conference. A video camera 13 observes the subject P, who may or may not be moving. A video signal S from the video camera is transmitted by wire, optical fiber, radio relay, or other communication means to a monitor 10b and to the image processing system of the invention 11. The image processing system determines the position and movement of the subject P, and controls servo motors 43 of camera 13 to direct the optical axis of the camera towards the subject and particularly towards the face of the subject, as a function of the location, speed and direction of the subject, and may vary the zoom, focal distance and/or the focus of the camera to provide the best framing and image of the subject.

Referring to Fig. 18, the system of the invention may be used to center the face of the subject in the video signal while eliminating superfluous portions of the image received by the camera 13 above, below, and to the right and left of the head of the subject. Camera 13 has a field of view 123, which is defined between directions 123a and 123b. The system rotates camera 13 using servomotors 43 so that the head T of the subject is centered on central axis 2a within cortical field 123, and also adjusts the zoom of camera 13 to ensure that the head T of the subject occupies a desired amount of the frames of the video signal, preferably as represented by a desired ratio of the number of pixels comprising head T to the total number of pixels per frame.

In order to accomplish this, the system of the invention may focus on the head using its luminance or motion. By way of example only, the system will be described with respect to detecting the head of the user based upon its motion. The peripheral edges of the head of the user are detected using the horizontal movements of the head, in other words, movements right and left, and the vertical movements, in other words, movements up and down. As the horizontal and vertical motion of the head is determined by the system, it is analyzed using preferred coordinate axes, preferably Cartesian coordinates O_x and O_y , in moving, area block 36 (Fig.11).

The pixels with greatest movement within the image will normally occur at the peripheral edges of the head of the subject, where even due to slight movements, the pixels will vary between the luminance of the head of the subject and the luminance of the background. Thus, if the system of the invention is set to identify only pixels with $DP=1$,

and to form a histogram of these pixels, the histogram will detect movement peaks along the edges of the face where variations in brightness, and therefore in pixel value, are the greatest, both in the horizontal projection along Ox and in the vertical projection along Oy.

5 This is illustrated in Fig.17 m which axes Ox and Oy are shown, as are histograms 124x, along Ox, and 124y, along Oy, i.e., in horizontal and vertical projections, respectively. Histograms 124x and 124y would be output from histogram formation units 28 and 29 respectively (Fig. 11).Peaks 125a and 125b of histogram 124x, and 125c and 125d of histogram 124y, delimit, by their respective coordinates 126a, 126b, 10 126c and 126d, a frame bounded by straight lines Ya, Yb, Xc, and Xd, which encloses the face V of the video-conference participant, and which denote areas 127a, 127b, 127c and 127d, which are areas of slight movement of the head T, which will be the areas of greatest variation in pixel intensity during these movements.

Location of the coordinates 126a, 126b, 126c and 126d, corresponding to the 15 four peaks 125a, 125b, 125c and 125d, is preferably determined by computer software reading the x and y coordinate histograms during the spot scanning sequence of each frame. The location of the coordinates 126a, 126b, 126c and 126d of peaks 125a, 125b, 125c and 125d of histograms 124x and 124y make it possible to better define and center the position of the face V of the subject in the image. In a video conferencing system, the 20 remainder of the image, i.e. the top bottom, right and left portions of the image, as illustrated in Fig. 18 by the cross-hatched areas surrounding the face V, may be eliminated to reduce the bandwidth required to transmit the image. The center of face V may be determined, for example, by locating the pixel position of the center of the box bounded by Ya, Yb, Xc, and Xd ($(Xc + (Xd - Xc)/2)$, $(Ya + (Yb - Ya)/2)$) and by 25 comparing this position to a desired position of face V on the screen. Servomotors 43 (Fig.13 are then actuated to move camera 13 to better center face V on the screen. Similarly, if face V is in movement, the system may detect the position of face V on the screen as it moves, and follow the movement by generating commands to servomotors 43.

If desired, the center position of face V may be determined at regular 30 intervals, and preferably in each frame, and the average value (over time) of coordinates 126a, 126b, 126c and 126d used to modify the movement of camera 13 to center face V.

With face V centered, the system may adjust the zoom of camera 13 so that face V covers a desired amount of the image. The simplest method to accomplish this

zoom function is to determine the dimensions of (or number of pixels in) the box bounded by Y_a , Y_b , X_c , and X_d . Camera 13 may then be zoomed in or out until desired dimensions (or pixel count) are achieved.

Another application of the invention relates to automatic tracking of a target
5 by, for example, a spotlight or a camera. Using a spotlight, the invention might be used on a helicopter to track a moving target on the ground, or to track a performer on a stage during an exhibition. The invention would similarly be applicable to weapons targeting systems. Referring to Fig. 19, the system includes a camera 200, which is preferably a conventional CCD camera which communicates an output signal 202 to image processing
10 system 204 of the invention. Especially for covert and military applications, it will be appreciated that the system may be used with sensor such as Radar and IR, in lieu of, or in combination with, camera 200. A controller 206, which is preferably a conventional microprocessor-based controller, is used to control the various elements of the system and to enable user input of commands and controls, such as with computer mouse 210, a
15 keyboard (not shown), or other input device. As in the prior embodiment, the system includes one or more servomotors 208 that control movement of camera 200 to track the desired target. It will be appreciated that any appropriate means may be used to control the area of interest of camera 200, including use of moving mirrors relative to a fixed camera, and the use of a steered beam, for example in a Radar system, to track the target
20 without physically moving the sensor.

In the example shown in Fig. 20, monitor 212 is shown with five simulated objects, which may be, for example, vehicles, or performers on a stage, including four background targets 216, and one target to be tracked 218. Computer mouse 210 is used to control an icon 220 on monitor 212. The user of the system selects the target for tracking
25 by moving icon 220 over target 218, and depressing a predetermined button on mouse 210. The pixel position of icon 220 is then used as a starting position for tracking target 216.

Referring to Fig. 21, the initial pixel starting position is shown as x_c , y_c . In order to process the pixels surrounding the starting position, image processing system 204
30 will process the pixels in successively larger areas surrounding the pixel, adjusting the center of the area based upon the shape of the object, until substantially the entire target area is being tracked. The initial area is set by controller 206 to include an area bounded by x_A , x_B , y_C , y_D . This is accomplished by setting these boundaries in the classification

units of x and y histogram formation units 28 and 29. Thus, the only pixels that will be processed by the system are those falling within the bounded area. Assuming that in the example given, the target is in motion. the system may be set to track pixels with DP=1. Those pixels with DP=1 would normally be located on the peripheral edges of target 218, unless the target had a strong color or luminance variation throughout, in which case, many of the pixels of the target would have DP=1. In any case, in order to locate pixels with DP=1, the validation units would be set to detect pixels with DP=1. Thus, the only pixels that will be considered by the system are those in the bounded area with DP=1. Alternatively, the system may be set to detect a velocity greater than zero, or any other criteria that define the edges of the object.

Histograms are then formed by x and y histogram formation units 28 and 29. In the example shown in Fig. 21, an insignificant number of pixels would be identified as having DP=1, since the selected area does not include the border of target 218, so no histogram would be formed. The size of the area under consideration is then successively increased, preferably by a constant size K, so that in subsequent iterations, the pixels considered would be in the box bounded by x_{A-nK} , x_{B+nK} , y_{A-nK} , y_{B+nK} , where n is the number of the current iteration.

This process is continued until the histogram formed by either of histogram formation units 28 and 29 contains meaningful information, i. e. , until the box overlaps the boundary of the target. Referring to Fig. 22, when the area under consideration begins to cross the borders of target 218, the histograms 222 and 224 for the x and y projections will begin to include pixels in which DP=1 (or any other selected criteria to detect the target edge). Prior to further enlarging the area under consideration, the center of the area under consideration, which until this point has been the pixel selected by the user, will be adjusted based upon the content of histograms 222 and 224. In a preferred embodiment, the new center of the area is determined to be $(x_{MIN} + x_{MAX})/2$, $(y_{MIN} + y_{MAX})/2$, where x_{MIN} and x_{MAX} are the positions of the minima and maxima of the x projection histogram, and where y_{MIN} and y_{MAX} are the positions of the minima and maxima of the y projection histogram. This serves to adjust the area under consideration for the situation in which the initial starting position is nearer to one edge of the target than to another. Other methods of relocating the center of the target box may be used if desired.

After additional iterations, as shown in Fig. 23, it being understood that the center of the box bounding the area of consideration may have moved from the prior

iteration, the box will be larger than the target in that $x_{A-nK} < x_{MIN}$, $x_{A+nK} > x_{MAX}$, $y_{A-nK} < y_{MIN}$, and $y_{A+nK} > y_{MAX}$. When this occurs, the entire target is bounded, and the constant K may then be reduced, to thereby reduce the size of the tracking box. In a preferred embodiment, when initially tracking a target, constant K is preferably relatively large, e.g., 10-20 pixels or more, in order that the system may lock on the target expeditiously. Once a target has been locked onto, K may be reduced. It will be appreciated that in the course of tracking a target, the tracking box will be enlarged and reduced as appropriate to maintain a track of the target, and is preferably adjusted on a frame by-frame basis.

Assuming that the system is to be used to train a spotlight on the target, for example from an airborne vehicle or in a theater, the camera is preferably synchronized with the spotlight so that each is pointing at the same location. In this way, when the camera has centered the target on its image, the spotlight will be centered on the target. Having acquired the target, controller 206 controls servomotors 208 to maintain the center of the target in the center of the image. For example, if the center of the target is below and to the left of the center of the image, the camera is moved downward and to the left as required to center the target. The center of the target may be determining in real time from the contents of POSRMAX for the x and histogram formation units.

It will be appreciated that as the target moves, the targeting box will move with the target, constantly adjusting the center of the targeting box based upon the movement of the target, and enlarging and reducing the size of the targeting box. The targeting box may be displayed on monitor 212, or on another monitor as desired to visually track the target.

A similar tracking box may be used to track an object in an image based upon its characteristics. For example, assuming it is desired to track a target moving only to the right in the image. The histogram formation units are set up so that the only validation units set to "1" are for direction and for the x and y projections. The classification unit for direction is set so that only direction "right" is set to "1". The histograms for the x and y projections will then classify only pixels moving to the right. Using these histograms, a box bounding the target may be established. For example, referring to Fig. 12, the box surrounding the target may be established using l_a , l_b , l_c , and l_d as the bounds of the box. The target box may be displayed on the screen using techniques known in the art.

After a very short initialization period on the order of about 10 frames, the invention determines the relative displacement parameters instantaneously after the end of

each frame on which the temporal and spatial processing was performed due to the recursiveness of calculations according to the invention.

The invention, including components 11a and 22a is preferably formed on a single integrated circuit, or on two integrated circuits. If desired, a microcontroller, for enabling user-input to the system, e.g., to program the validation and classification units, 5 may be integrated on the same integrated circuit.

It will be appreciated that the present invention is subject to numerous modifications. In an embodiment in which a color camera is used, the system of the invention preferably includes histogram formation units for hue and saturation. This 10 enables classification of targets to be made using these characteristics as well. In fact, the invention may be modified by adding histogram formation units for any possible other measurable characteristics of the pixels. Moreover, while the invention has been described with respect to tracking a single target, it is foreseen that multiple targets may be tracked, each with user-defined classification criteria, by replicating the various elements of the 15 invention. For example, assuming the system of the invention included additional histogram formation units for hue and saturation, the system could be programmed, using a common controller attached to two histogram formation processors of the type shown in Fig. 11, to track a single target by its velocity, and/or color, and/or direction, etc. In this manner, the system could continue to track a target if, for example, the target stopped and 20 the track based upon velocity and direction was lost, since the target could still be tracked by color.

It will also be appreciated that the limitation of eight speeds may be increased by using a greater bit count to represent the speeds. Moreover, while the invention has been described with respect to detection of eight different directions, it may be applied to 25 detect 16 or more directions by using different size matrices, e.g., sixteen directions may be detected in a 5x5matrix, to detect a greater number of directions.

Finally, Fig. 24 shows a method of tracking a wider range of speeds V if the limited number provided by p bits for time constant CO is insufficient. Using Mallat's diagram (see article by S. Mallat "A Theory for multi-resolution signal decomposition" in 30 IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, July 1989 p. 674-693), the video image is successively broken down into halves, identified as 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7. This creates a compression that only processes portions of the image. For example, with $p=4$ ($2^p = 16$), the system may determine speeds within a wider range.

If initially, while processing the entire image, the system determines that the speed of an object exceeds the maximum speed determinable with $2^P=16$ for the time constant, the system uses partial observed images 1, 2, 3, 4,.... until the speed of the object does not exceed the maximum speed within the partial image after compression. To use
5 Mallat compression with wavelets, a unit 13A (Fig. 24) is inserted into the system shown in Fig. 1 to perform the compression. For example, this unit could be composed of the "DV 601 Low Cost Multiformat Video Codec" by Analog Devices. Fig. 2 shows an optional compression unit 13a of this type.

Although the present invention has been described with respect to certain
10 embodiments and examples, variations exist that are within the scope of the invention as described in the following claims.

CLAIMS

1. A process for identifying pixels in an input signal in one of a plurality of classes in one of a plurality of domains, the input signal comprising a succession of frames, each frame comprising a succession of pixels, the process comprising, on a
5 frame-by-frame basis:

for each pixel of the input signal, analyzing the pixel and providing an output signal for each domain containing information to identify each domain in which the pixel is classified;

10 providing a classifier for each domain, the classifier enabling classification of pixels within each domain to selected classes within the domain;

providing a validation signal for the domains, the validation signal selecting one or more of the plurality of domains for processing; and

forming a histogram for pixels of the output signal within the classes selected by the classifier within each domain selected by the validation signal.

15 2. The process according to claim 1 further comprising:

forming histograms along coordinate axes for the pixels within the classes selected by the classifier within each domain selected by the validation signal; and forming a composite signal corresponding to the spatial position of such pixels within the frame.

20 3. The process according to claim 1 comprising identifying the velocity of movement of an area of an input signal, the input signal comprising a succession of frames, each frame comprising a succession of pixels, said identifying of the velocity of movement comprising :

25 for each particular pixel of the input signal, forming a first matrix comprising binary values indicating the existence or non-existence of a significant variation in the amplitude of the pixel signal between the current frame and a prior frame for a subset of the pixels of the frame spatially related to such particular pixel, and a second matrix comprising the amplitude of such variation;

30 determining in the first matrix whether the particular pixel and the pixels along an oriented direction relative to the particular pixel have binary values of a particular value representing significant variation, and, for such pixels, determining in the second matrix whether, the amplitudes of the pixels along an oriented direction relative to the particular pixel vary in a known manner indicating movement of the pixel and the

pixels along an oriented direction relative to the particular pixel, the amplitude of the variation along the oriented direction determining the velocity of movement of the particular pixel.

4. The process according to claim 3 further comprising:

5 prior to determining the binary values for each pixel, smoothing each pixel of the input signal using a time constant for such pixel, thereby generating a smoothed input signal, the determination of the existence of a significant variation in the amplitude of the pixel being performed for each pixel of the smoothed input signal; and using the existence of a significant variation for a given pixel to modify the time constant for the pixel to be used in smoothing subsequent frames of the input signal.

10 5. A process according to claim 1 for identifying a non-moving area in an input signal, the input signal comprising a succession of frames, each frame comprising a succession of pixels, the process comprising

forming histograms along coordinate axes for pixels of the input signal without significant variation between the current frame and a prior frame; and

15 forming a composite signal corresponding to the spatial position of such pixels within the frame.

6. The process according to claim 2 or 5 further comprising identifying pixels falling within limits l_a, l_b, l_c, l_d in the histograms along the coordinate axes, and forming the composite signal from the pixels falling within such limits.

7. The process according to claim 4 further comprising:

25 prior to the histogram forming step i) smoothing the input signal for each pixel thereof using a time constant for such pixel, thereby generating a smoothed input signal, and ii) determining for each pixel in the smoothed input signal a binary value corresponding to the non-existence of a significant variation in the amplitude of the pixel signal between the current frame and the immediately previous smoothed input frame.

8. The process according to claim 6 further comprising using the existence of a significant variation for a given pixel to modify the time constant for the pixel to be used in smoothing subsequent frames of the input signal.

30 9. A process according to claim 1 comprising identifying relative movement in an input signal, the input signal comprising a succession of frames, each frame comprising a succession of pixels, wherein the identifying of relative movement comprises :

for each pixel of the input signal, smoothing the input signal using a time constant for such pixel, thereby generating a smoothed input signal;

determining for each pixel in the smoothed input signal a binary value corresponding to the existence of a significant variation in the amplitude of the pixel
5 between the current frame and the immediately previous smoothed input frame, and the amplitude of the variation:

using the existence of a significant variation for a given pixel, modifying the time constant for the pixel to be used in smoothing subsequent frames of the input signal;
for each particular pixel of the input signal, forming a first matrix comprising the binary
10 values of a subset of the pixels of the frame spatially related to such particular pixel, and a second matrix comprising the amplitude of the variation of the subset of the pixels of the frame spatially related to such particular pixel;

determining in the first matrix whether the particular pixel and the pixels along an oriented direction relative to the particular pixel have binary values of a particular value representing significant variation, and, for such pixels, determining in the
15 second matrix whether the amplitude of the pixels along the oriented direction relative to the particular pixel varies in a known manner indicating movement in the oriented direction of the particular pixel and the pixels along the oriented direction relative to the particular pixel, the amplitude of the variation of the pixels along the oriented direction
20 determining the velocity of movement of the pixel and the pixels along the oriented direction relative to the particular pixel,

in each of one or more domains, forming a histogram of the values distributed in the first and second matrices falling in each such domain,

for a particular domain, determining from the histogram for such domain an
25 area of significant variation;

forming histograms of the area of significant variation along coordinate axes; and determining from the histograms along the coordinate axes, whether there is an area in movement for the particular domain.

10. The process according to one of claims 1 and 9 wherein the domains are
30 selected from the group consisting of i) luminance, ii) speed (V), iii) oriented direction (D1), iv) time constant (CO), v) hue, vi) saturation, vii) first axis (x(m)), and viii) second axis (y(m)) and ix) data characterized by external inputs.

11. The process according to claim 9 wherein the first and second matrices are square matrices with the same odd number of rows and columns, centered on the particular pixel.

12. The process according to claim 11 wherein the steps of determining in the
5 first matrix whether the particular pixel and the pixels along an oriented direction relative to the particular pixel have binary values of a particular value representing significant variation, and the step of determining in the second matrix whether the amplitude signal varies in a predetermined criteria along an oriented direction relative to the particular pixel, comprise applying nested $n \times n$ matrices, where n is odd, centered on the particular
10 pixel to the pixels within each of the first and second matrices, the process further comprising:

determining the smallest nested matrix in which the amplitude signal varies of predetermined values symmetrical relative to the particular pixel along an oriented direction around said particular pixel.

13. The process according to claim 9 wherein the first and second matrices are
15 hexagonal matrices centered on the particular pixel.

14. The process according to claim 13 wherein the steps of determining in the first matrix whether the particular pixel and the pixels along an oriented direction relative to the particular pixel have binary values of a particular value representing significant
20 variation, and the step of determining in the second matrix whether the amplitude signal varies in a predetermined criteria along an oriented direction relative to the particular pixel, comprise applying nested hexagonal matrices of varying size centered on the particular pixel to the pixels within each of the first and second matrices, the process further comprising

25 determining the smallest nested matrix in which the amplitude signal varies of predetermined values symmetrical relative to the particular pixel along an oriented direction around said particular pixel.

15. The process according to claim 9 wherein the first and second matrices are inverted L-shaped matrices with a single row and a single column.

30 16. The process according to claim 15 wherein the steps of determining in the first matrix whether the particular pixel and the pixels along an oriented direction relative to the particular pixel have binary values of a particular value representing significant variation, and the step of determining in the second matrix whether the amplitude signal

varies in a predetermined criteria along an oriented direction relative to the particular pixel, comprise applying nested $n \times n$ matrices, where n is odd, to the single line and the single column to determine the smallest matrix in which the amplitude varies on a line with the steepest slope and constant quantification.

5 17. The process according to claim 9 wherein the first and second matrices are angular sector shaped matrices reproducing a portion of an eye.

10 18. The process according to claim 17 wherein the steps of determining in the first matrix whether the particular pixel and the pixels along an oriented direction relative to the particular pixel have binary values of a particular value representing significant variation, and the step of determining in the second matrix whether the amplitude signal varies in a predetermined criteria along an oriented direction relative to the particular pixel, comprise applying nested angular sector shaped matrices of varying size centered on the particular pixel to the pixels within each of the first and second matrices, the process further comprising

15 determining the smallest nested matrix in which the amplitude signal varies of predetermined values symmetrical relative to the particular pixel along an oriented direction around said particular pixel.

19. The process according to claim 9 wherein the time constant is in the form 2^p , the time constant being reduced or increased by incrementing or decrementing p .

20 20. The process according to claim 19 wherein successive decreasing portions of complete frames of the input signal are considered using a Mallat time-scale algorithm and the largest of these portions, which provides displacement, speed and orientation indications compatible with the value of p , is selected.

21. The process according to claim 4, comprising:

25 for each pixel of the input signal, i) smoothing the pixel using a time constant (CO) for such pixel, thereby generating a smoothed pixel value (LO), ii) determining whether there exists a significant variation between such pixel and the same pixel in a previous frame, and iii) modifying the time constant (CO) for such pixel to be used in smoothing the pixel in subsequent frames of the input signal based upon the existence or
30 non-existence of a significant variation.

22. The process according to claim 21 wherein:

(a) the step of determining the existence of a significant variation for a given pixel comprises determining whether the absolute value of the difference (AB) between

the given pixel value (PI) and the value of such pixel in a smoothed prior frame (LI) exceeds a threshold (SE); and

(b) the step of smoothing the input signal comprises, for each pixel, i) modifying a time constant (CO) for pixel such based upon the existence of a significant variation as determined in step (a), and ii) determining a smoothed value for the pixel (LO) as follows:

$$LO = LI + \frac{PI - LI}{CO}$$

10 23. The process according to claim 21 wherein the time constant (CO) is in the form 2^p , and wherein p is incremented in the event that $AB < SE$, and wherein p is decremented in the event $AB \geq SE$.

 24. The process according to claim 23 wherein p is incremented or decremented by one.

15 25. The process according to claim 22 further comprising generating an output signal comprising, for each pixel, a binary value (DP) indicating the existence or nonexistence of a significant variation, and the value of the time constant (CO).

 26. The process according to claim 25 wherein the binary values (DP) and the time constants (CO) are stored in a memory sized to correspond to the frame size.

20 27. The process according to claim 1 comprising identifying an area in relative movement in said input signal, through :

 generating a first array indicative of the existence of significant variation in the magnitude of each pixel between a current frame and a prior frame;

 generating a second array indicative of the magnitude of significant variation of each pixel between the current frame and a prior frame, establishing a first moving matrix centered on a pixel under consideration and comprising pixels spatially related to the pixel under consideration, the first moving matrix traversing the first array for consideration of each pixel of the current frame; and

 determining whether the pixel under consideration and each pixel of the pixels spatially related to the pixel under consideration along an oriented direction relative thereto within the first matrix are a particular value representing the presence of significant variation, and if so, establishing in a second matrix within the first matrix, centered on the pixel under consideration, and determining whether the amplitude of the

pixels in the second matrix spatially related to the pixel under consideration along an oriented direction relative thereto are indicative of movement along such oriented direction, the amplitude of the variation along the oriented direction being indicative of the velocity of movement, the size of the second matrix being varied to identify the matrix size most indicative of movement.

28. The process according to claim 27 further comprising:

in at least one domain selected from the group consisting of i) luminance, ii) speed (V), iii) oriented direction (D1), iv) time constant (CO), v) hue, vi) saturation, and vii) first axis (x(m)), and viii) second axis (y(m)), and ix) data characterized by external inputs, forming at least one histogram of the values in such domain for pixels indicative of movement along an oriented direction relative to the pixel under consideration.

29. The process according to claim 28 further comprising:

for the pixels in said at least one histogram, forming histograms of the position of such pixels along coordinate axes.

30. The process according to claim 29 further comprising determining from the histograms along the coordinate axes an area of the image meeting criteria of the at least one domain.

31. The process according to claim 27 wherein the first and second matrices are square, and the sizes of the second matrix are nested $n \times n$ matrices, where n is odd.

32. The process according to claim 31 wherein the matrix most indicative of movement is the smallest nested matrix containing pixels indicative of movement along an oriented direction relative to the pixel under consideration.

33. The process according to claim 27 wherein the first and second matrices are selected from the group consisting of hexagonal matrices and inverted L-shaped matrices.

34. An apparatus for identifying pixels in an input signal in one of a plurality of classes in one of a plurality of domains, the input signal comprising a succession of frames, each frame comprising a succession of pixels, the apparatus comprising:

means for analyzing each pixel of the input signal and for providing an output signal for each domain containing information to identify each domain in which the pixel is classified;

a classifier for each domain, the classifier classifying pixels within each domain in selected classes within the domain;

a linear combination unit for each domain, the linear combination unit generating a validation signal for the domain, the validation signal selecting one or more of the plurality of domains for processing; and

5 means for forming a histogram for pixels of the output signal within the classes selected by the classifier within each domain selected by the validation signal.

35. The apparatus according to claim 34 further comprising:

means for forming histograms along coordinate axes for the pixels within the classes selected by the classifier within each domain selected by the validation signal; and

10 means for forming a composite signal corresponding to the spatial position of such pixels within the frame.

36. The apparatus according to claim 34 wherein the domains are selected from the groups consisting of i) luminance, ii) speed (V), iii) oriented direction (D1), iv) time constant (CO), v) hue, vi) saturation, and vii) first axis (x(m)), and viii) second axis (y(m)) and ix) data characterized by external inputs.

15 37. The apparatus according to claim 34 for identifying the velocity of movement of an area of an input signal, the input signal comprising a succession of frames, each frame comprising a succession of pixels the apparatus, comprising:

20 means for determining for each pixel in the input signal a binary value corresponding to the existence of a significant variation in the amplitude of the pixel signal between the current frame and the immediately previous smoothed input frame, and for determining the amplitude of the variation;

25 means for forming, for each particular pixel of the input signal, a first matrix comprising the binary values of a subset of the pixels spatially related to such particular pixel, and a second matrix comprising the amplitude of the variation of the subset of the pixels spatially related to such particular pixel; and

30 means for determining in the first matrix whether for a particular pixel, and other pixels along an oriented direction relative to the particular pixel, the binary value for each pixel is a particular value representing significant variation, and, for such particular pixel and other pixels, determining in the second matrix whether the amplitude varies along an oriented direction relative to the particular pixel in a known manner indicating movement of the pixel and the other pixels, the amplitude of the variation along the oriented direction determining the velocity of movement of the pixel and the other pixels.

38. The apparatus according to claim 37 further comprising means for smoothing each pixel of the input signal using a time constant for such pixel prior to determining a binary value for each pixel, the binary values being determined on the smoothed pixels.

5 39. The apparatus according to claim 34 for identifying a non-moving area in an input signal, the input signal comprising a succession of frames, each frame comprising a succession of pixels, the apparatus comprising:

 means for forming histograms along coordinate axes for pixels of a current frame without a significant variation from such pixels in a prior frame; and

10 means for forming a composite signal corresponding to the spatial position of such pixels within the frame.

 40. The apparatus according to any one of claims 34 and 39 further comprising means for identifying pixels falling within limits l_a , l_b , l_c , l_d , in the histograms along the coordinate axes, and forming the composite signal from the pixels falling within
15 such limits.

 41. The apparatus according to claim 39 further comprising:

 means for smoothing the input signal using a time constant for each pixel, thereby generating a smoothed input signal; and

 means for determining for each pixel in the smoothed input signal a binary
20 value corresponding to the existence or non-existence of the significant variation in the amplitude of the pixel signal between the current frame and the immediately previous smoothed input frame.

 42. The apparatus according to claim 41 further comprising means for using
25 the existence of a significant variation for a given pixel to modify the time constant for the pixel to be used in smoothing subsequent frames of the input signal.

 43. A process according to any one of claims 1-33 for tracking a target in an input signal, the input signal comprising a succession of frames, each frame comprising a succession of pixels, the target comprising pixels in one or more of a plurality of classes
in one or more of a plurality of domains, the process comprising:

30 selecting a pixel of the target as a starting pixel;

 on a frame-by-frame basis:

forming a tracking box around the starting pixel and for each pixel of the input signal in the tracking box forming a histogram of the pixels in the one or more of a plurality of classes in the one or more of a plurality of domains;

5 successively increasing the size of the tracking box and for each pixel of the input signal, in each successive tracking box forming a histogram of the pixels in the one or more of a plurality of classes in the one or more of a plurality of domains;

determining when the target is substantially within the tracking box, stopping the size increasing of said tracking box, and adjusting the center of the tracking box based upon the histograms.

10 44. A process of tracking a target in an input signal, the input signal comprising a succession of frames, each frame comprising a succession of pixels, the target comprising pixels in one or more of a plurality of classes in one or more of a plurality of domains, the process comprising, on a frame-by-frame basis: forming at least one histogram of the pixels in the one or more of a plurality of classes in the one or more
15 of a plurality of domains, said at least one histogram referring to classes defining said target, and identifying the target from said at least one histogram.

45. The process according to claim 44 further comprising drawing a tracking box around the target.

20 46. The process according to claims 43 and 45, comprising centering the tracking box relative to the optical axis of the image.

47. The apparatus according any one of claims 33-42, comprising a histogram formation block forming histograms of speed, a memory storing up to the number of pixels in an image, multiplexors controlling setting and clearing of said memory, a classifier enabling only data having selected classification criteria to be considered
25 further, meaning to possibly be included in histograms formed by corresponding histogram formation block.

48. The apparatus of claim 47 wherein the classifier includes a register that enables the classification criteria to be set by the user or by a separate program.

30 49. The apparatus according to claim 47, comprising a computing unit for comprising the key characteristics for histograms formed in said memory said computing unit including memories for each of the key characteristics which include the minimum (MIN) of the histogram, the maximum (MAX) of the histogram, the number of points

(NBPTS) in the histogram, the position (POSRMAX) of the maximum of the histogram and the number of points (RMAX) at the maximum of the histogram.

50. The apparatus according to claims 47-49 further comprising an adder incrementing output of said memory, said adder being controlled by a validation signal
5 from a corresponding validation unit receiving via a bus the output of said classifier so as to select only data points in any selected classes within any selected domains.

51. The process according to claims 43-46 comprising calculating a histogram according to a projection axis in a region delimited by an associated classifier, between two points on the projection axis, creating a histogram of the same points with orientation
10 and intensity of motion as input parameters and modifying the values corresponding to said two points of the classifier and calculate an anticipated next frame.

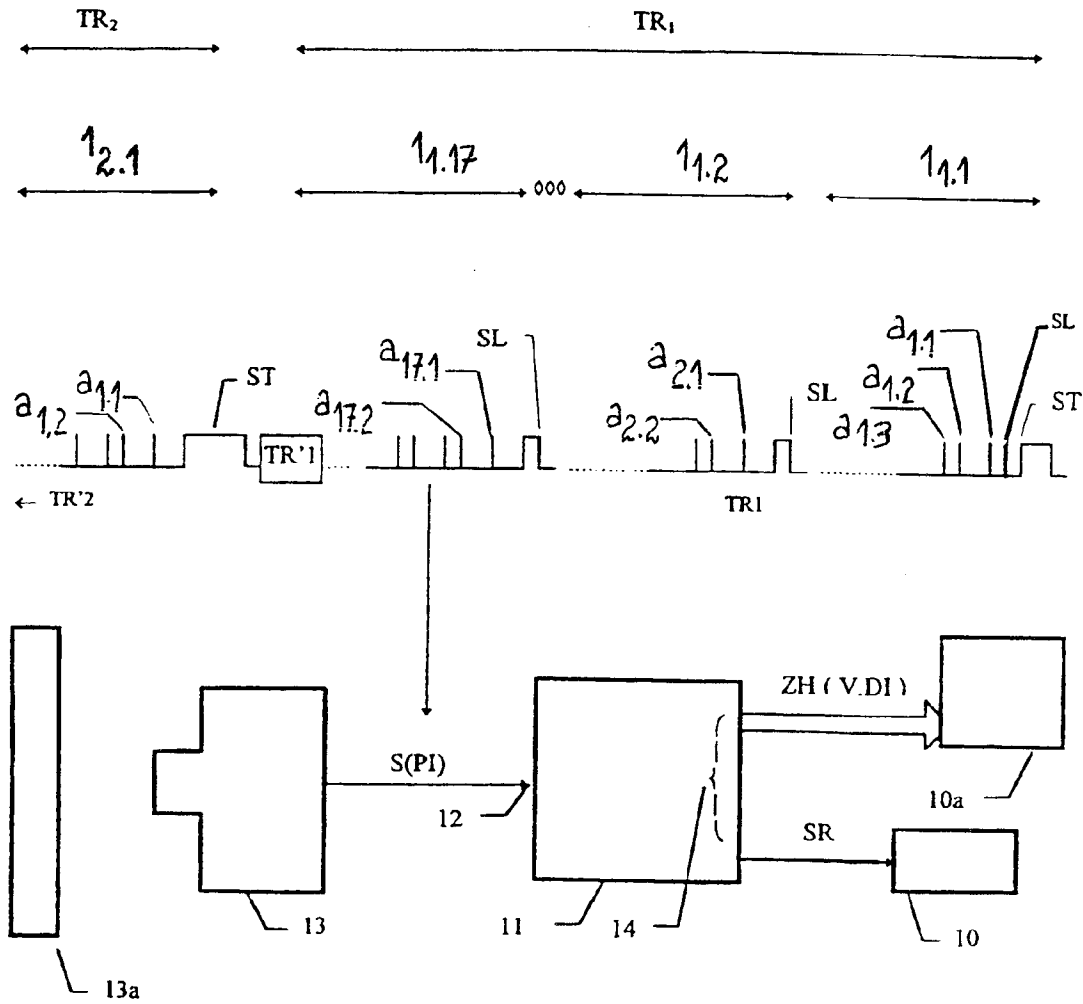


FIG. 1

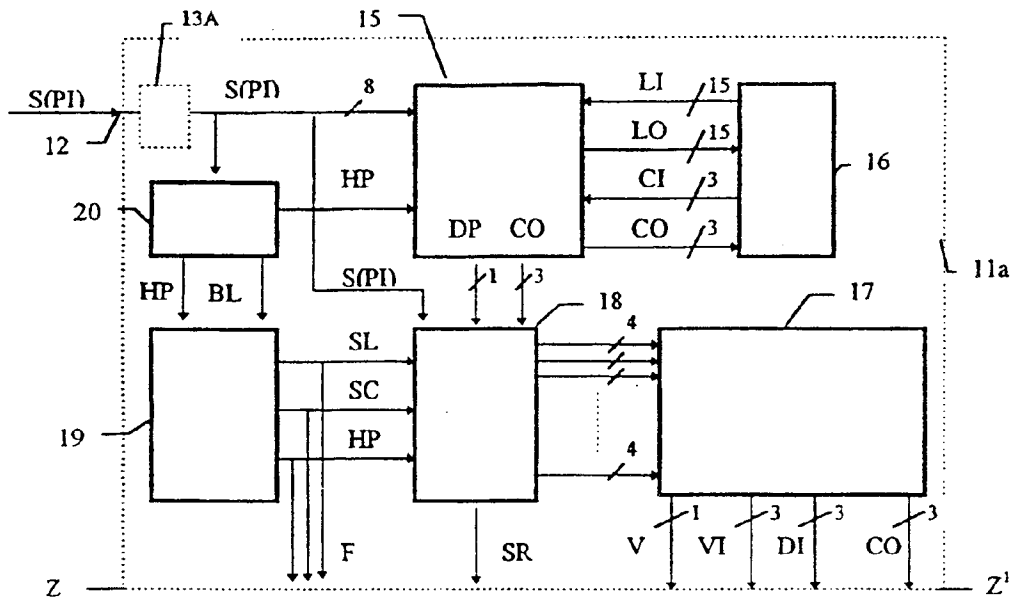


FIG. 2

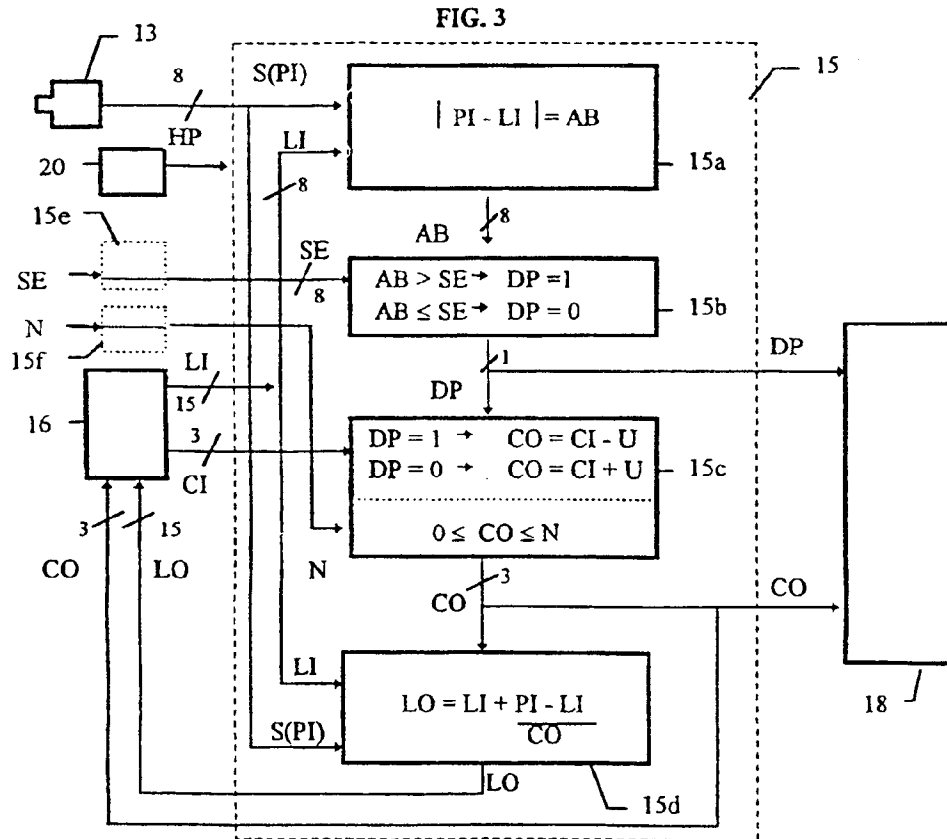


FIG. 3

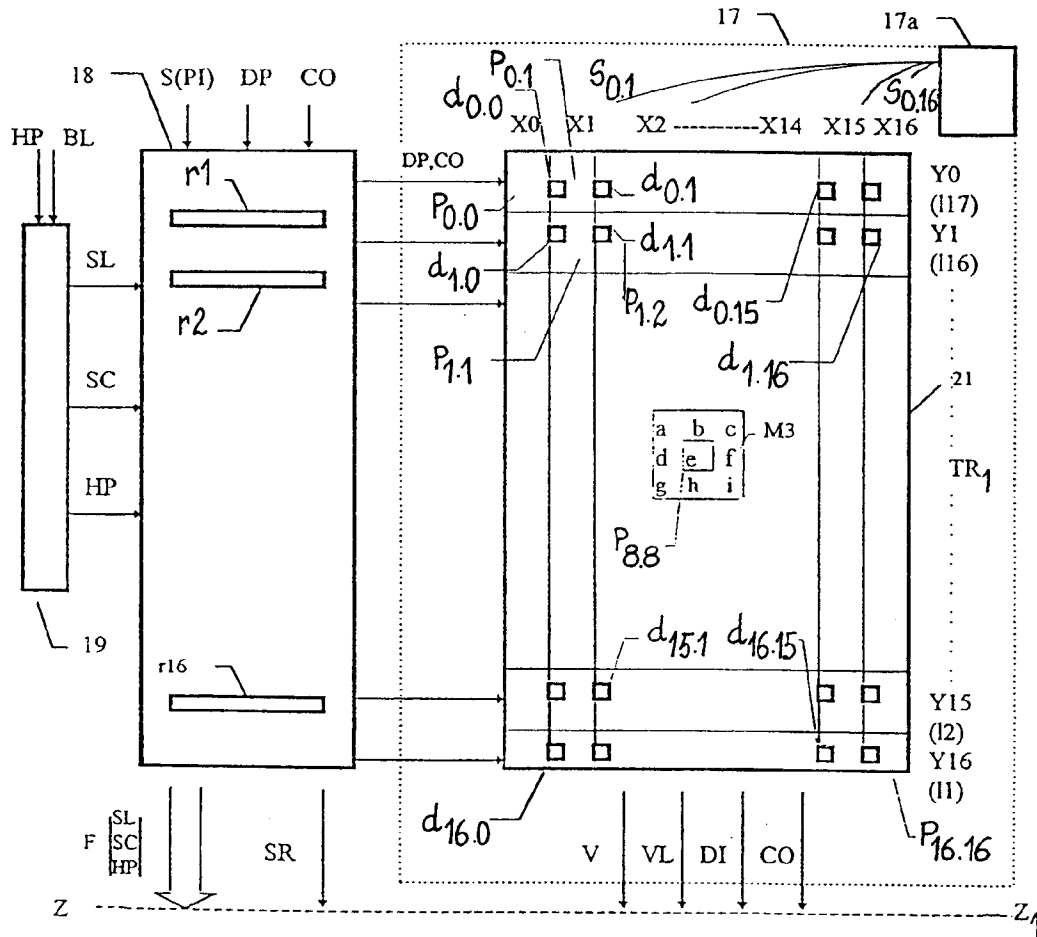


FIG. 4

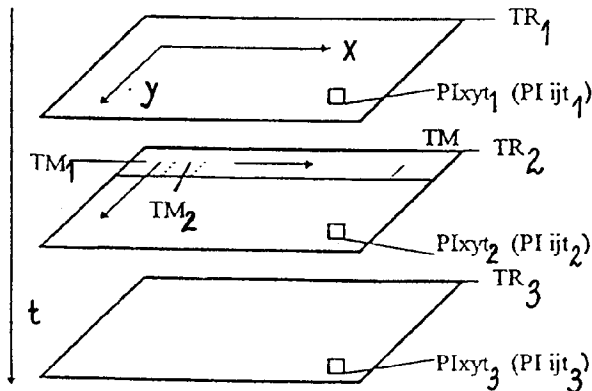


FIG. 5

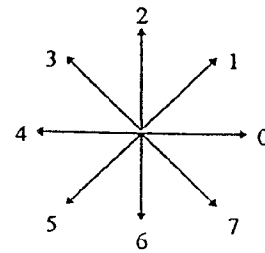


FIG. 6

FIG. 7

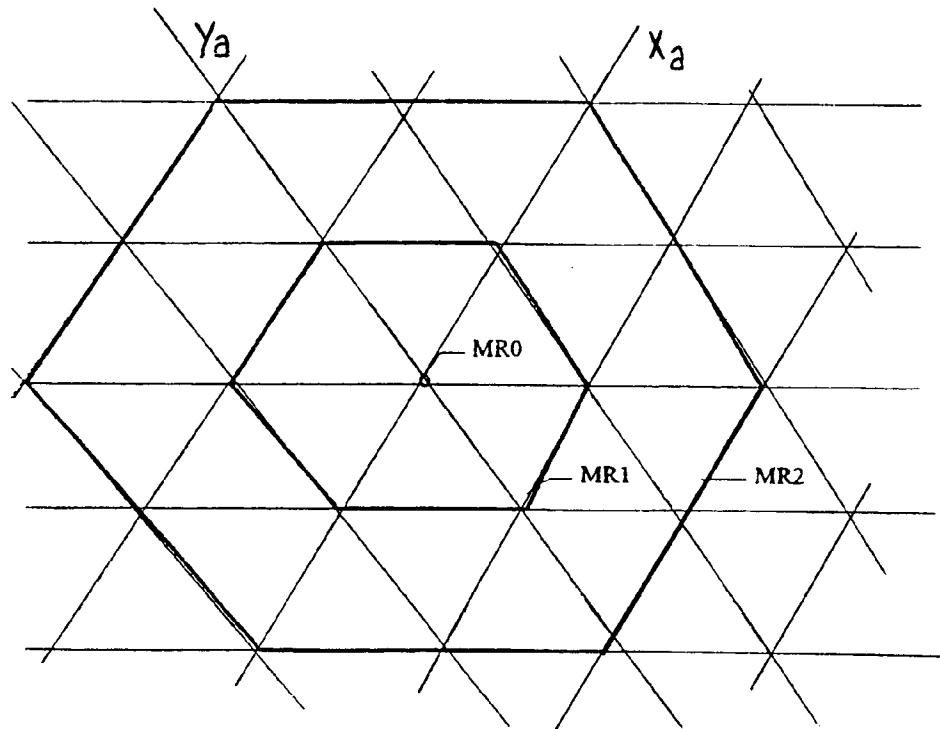
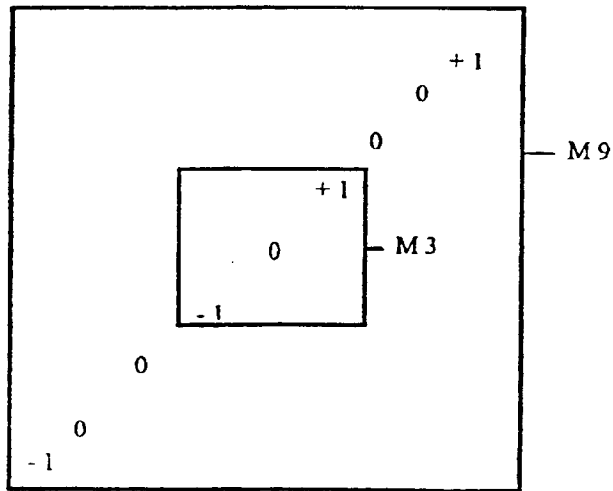


FIG. 8

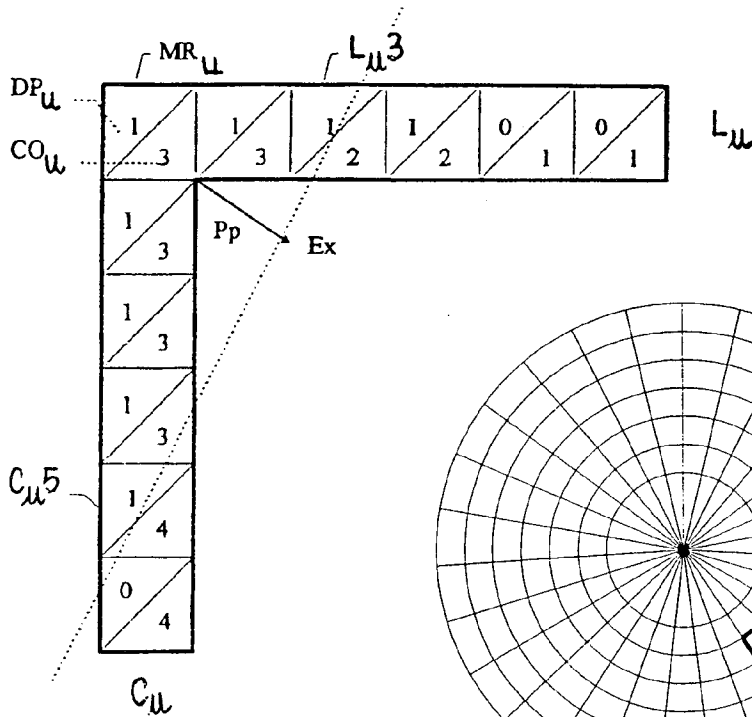


FIG. 9

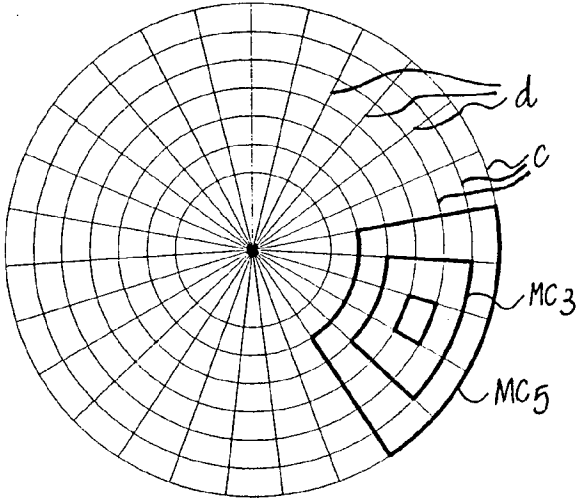


FIG. 9a

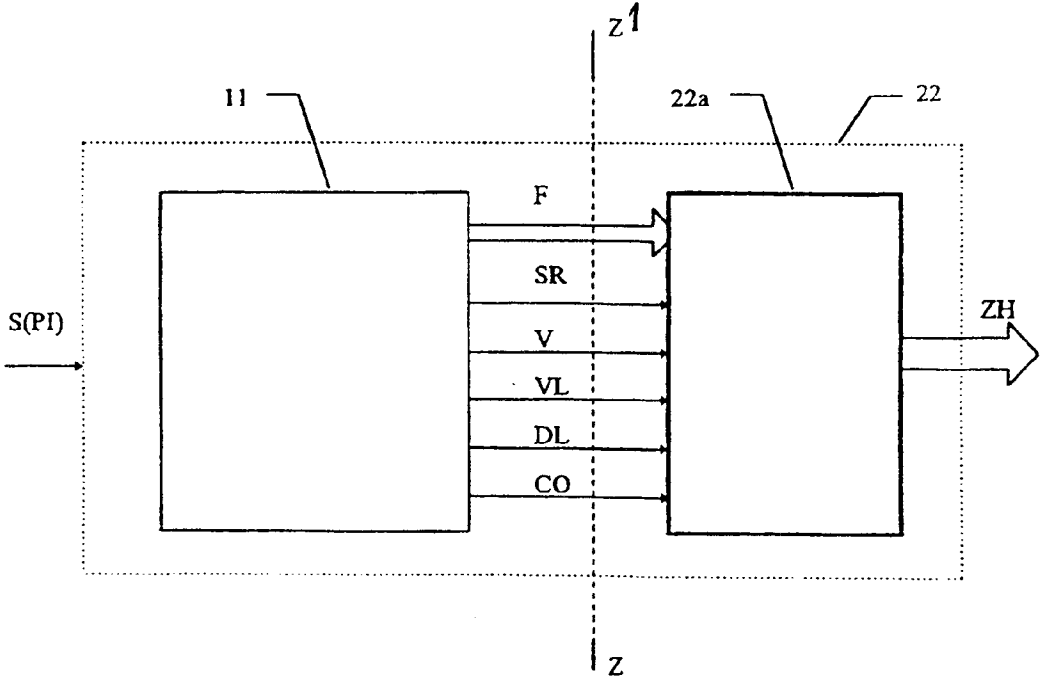


FIG. 10

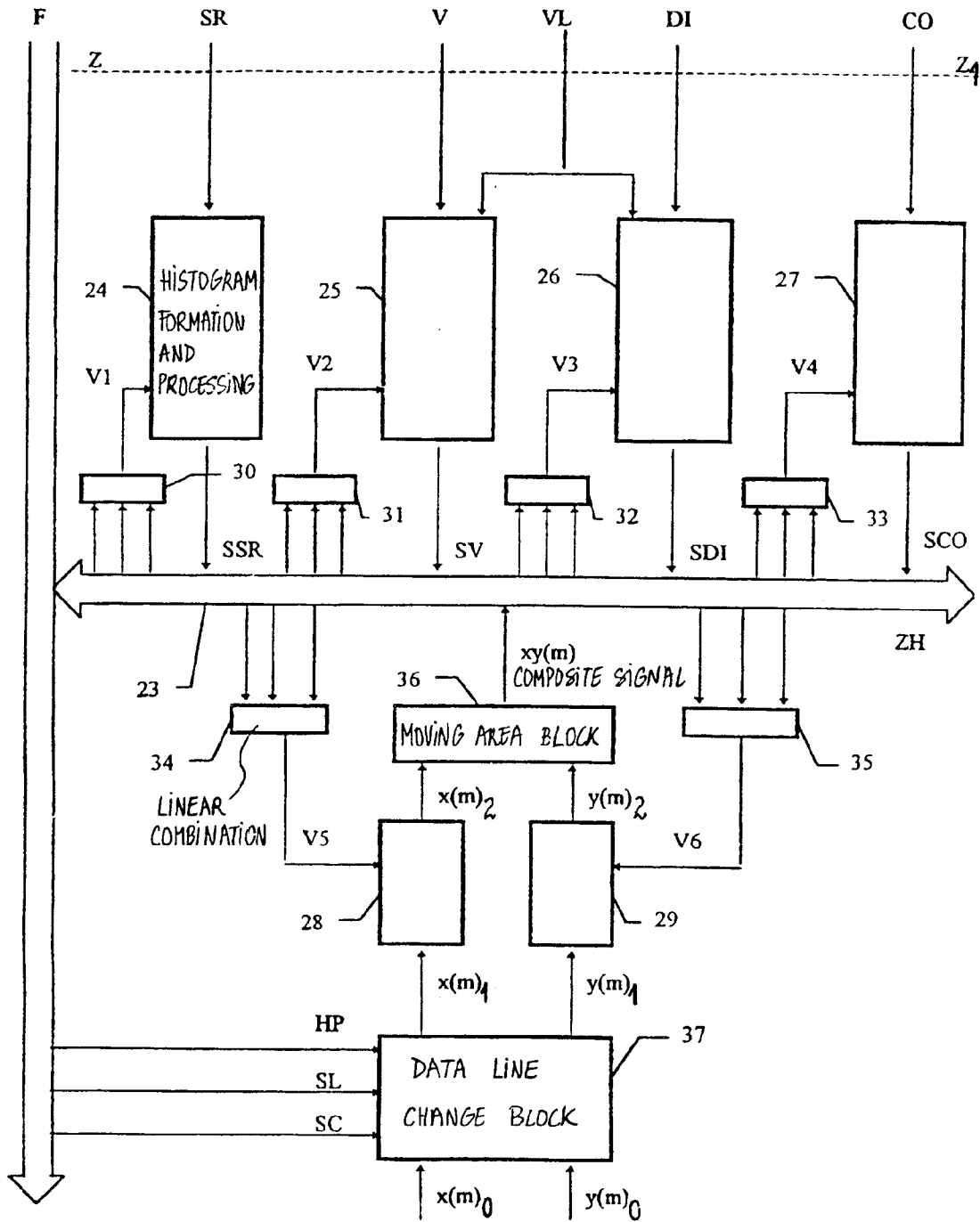


FIG. 11

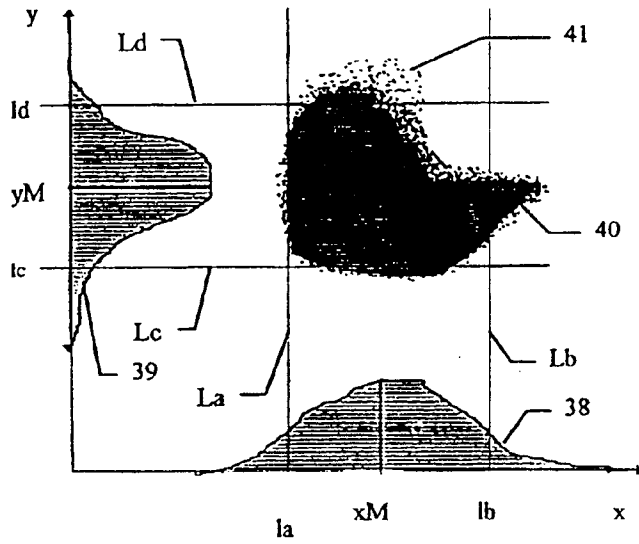


FIG. 12

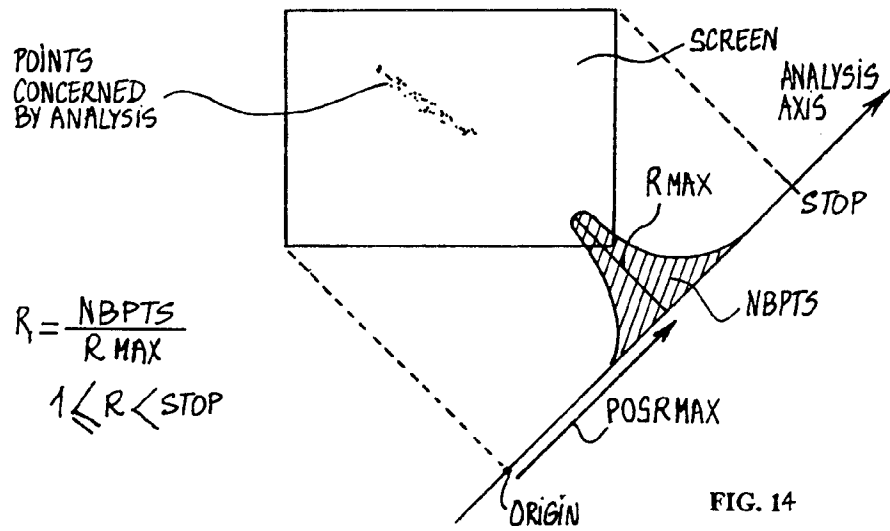


FIG. 14

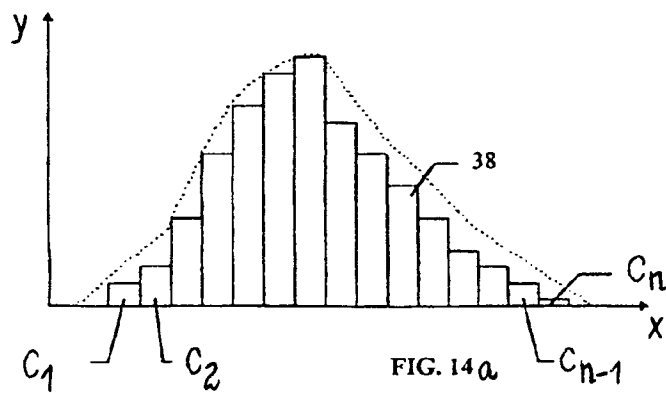


FIG. 14a

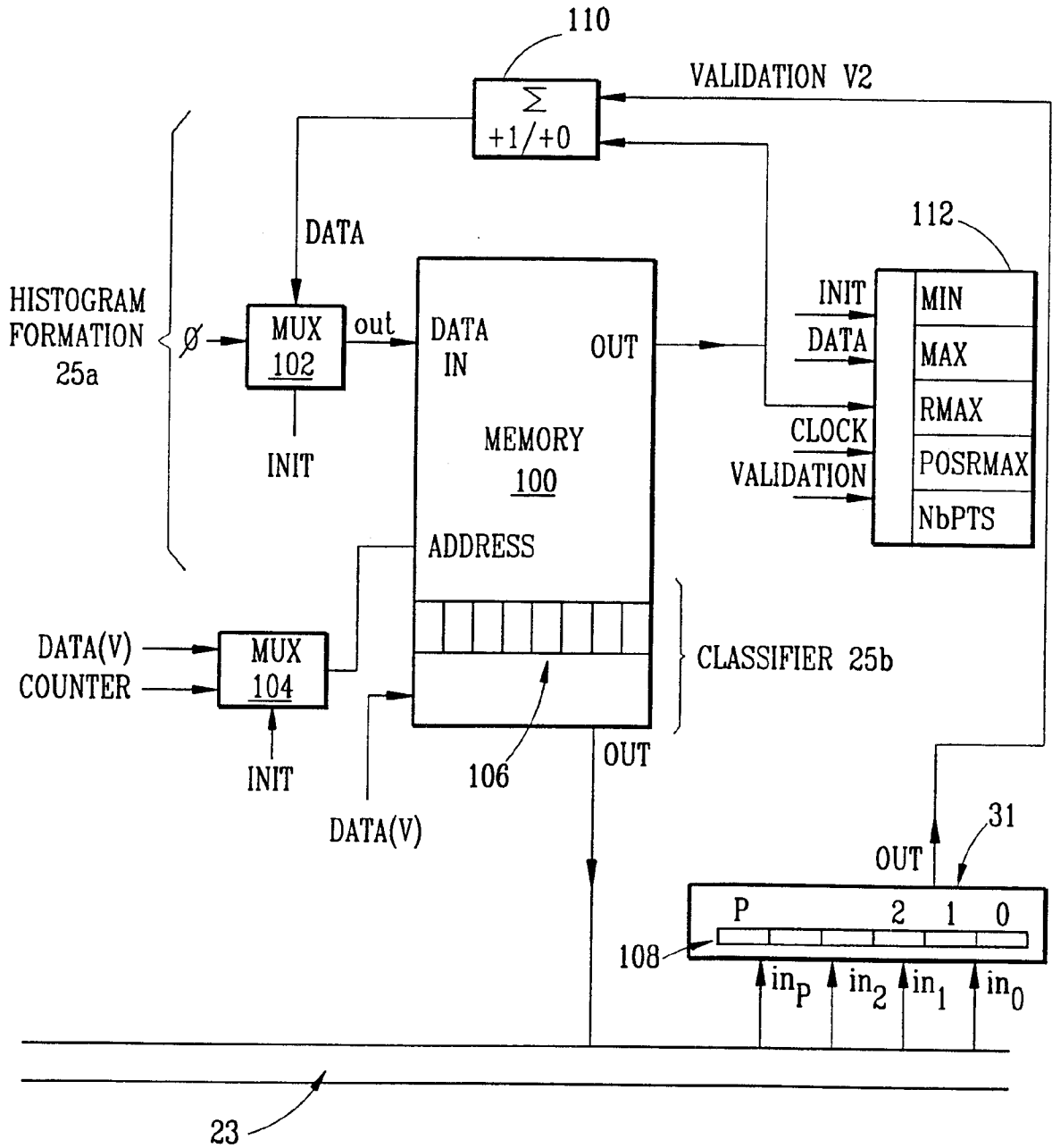


FIG. 13

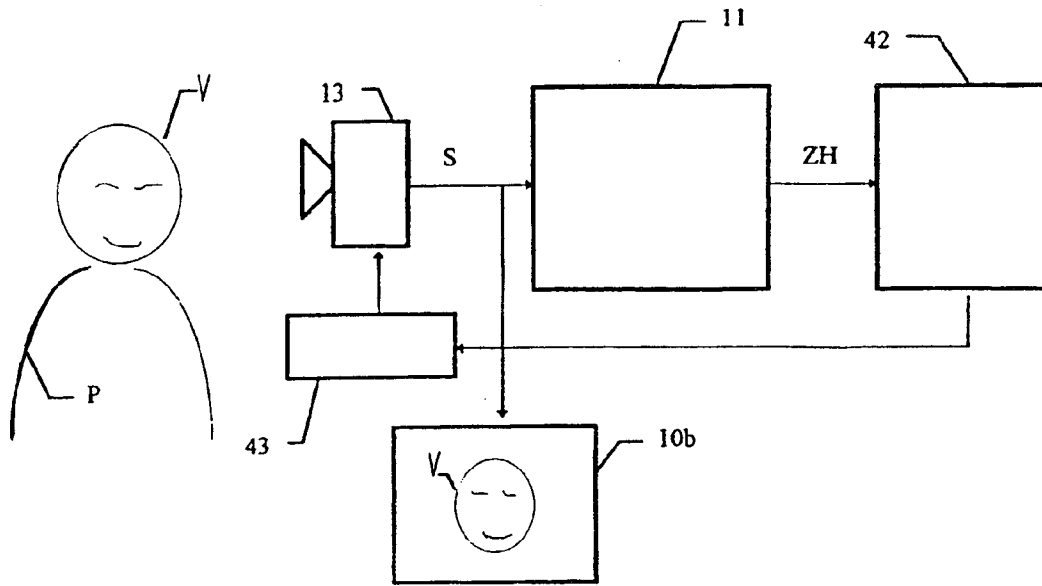


FIG. 15

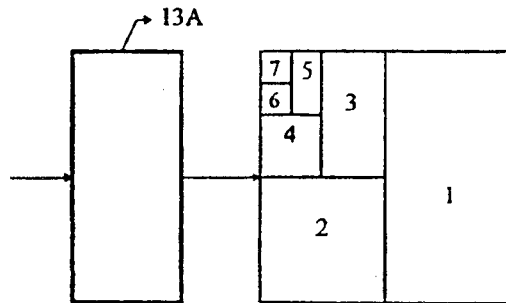


FIG. 24

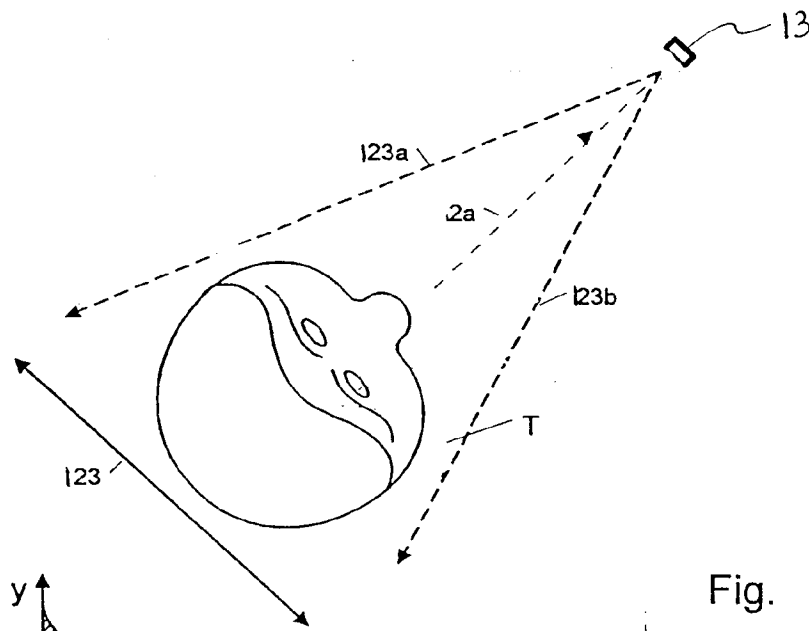


Fig. 16

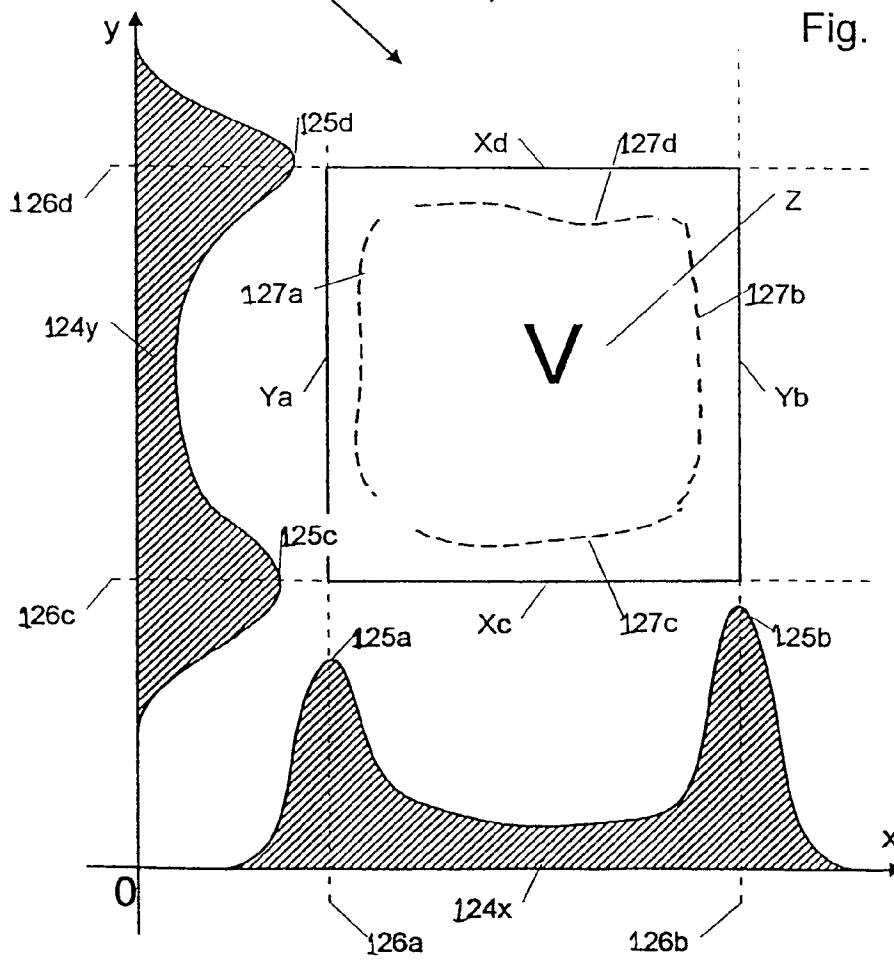


Fig. 17

FIG. 19

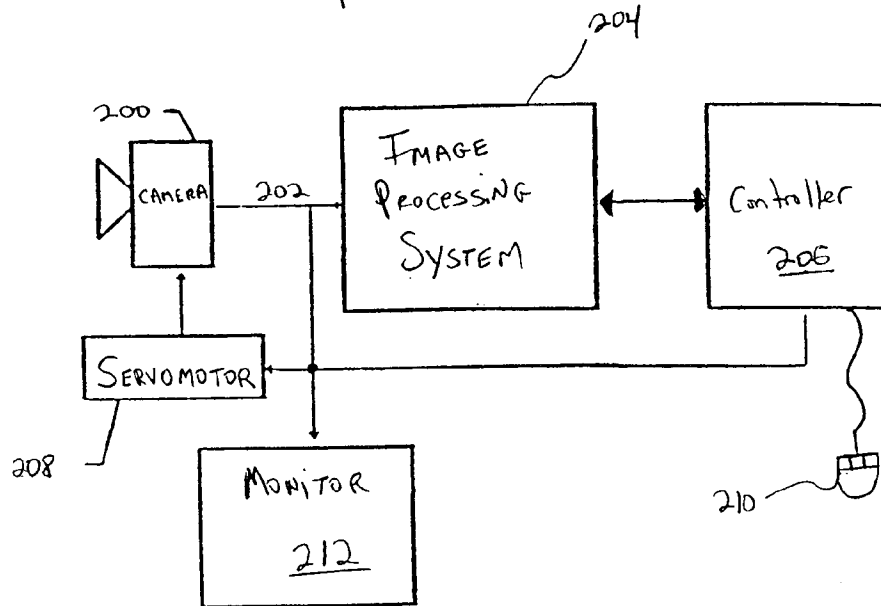
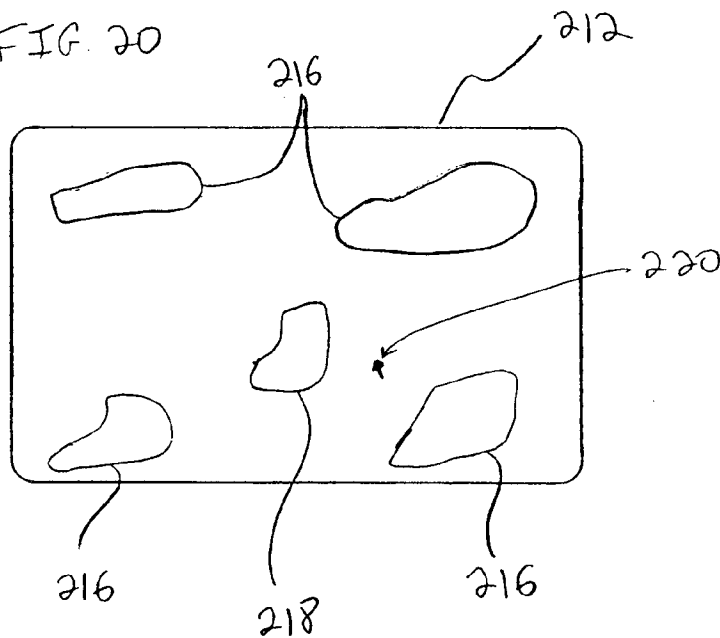
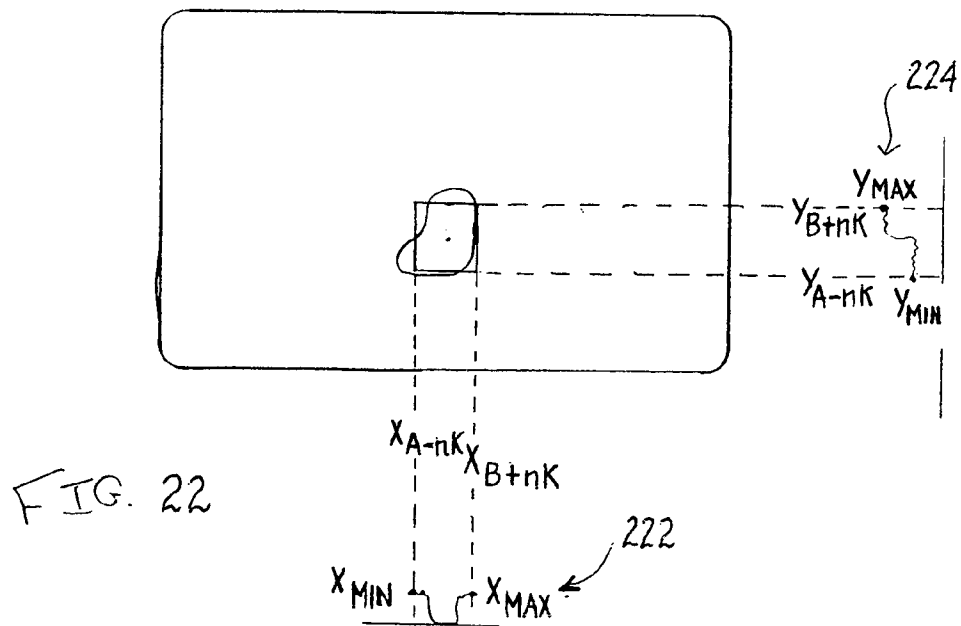
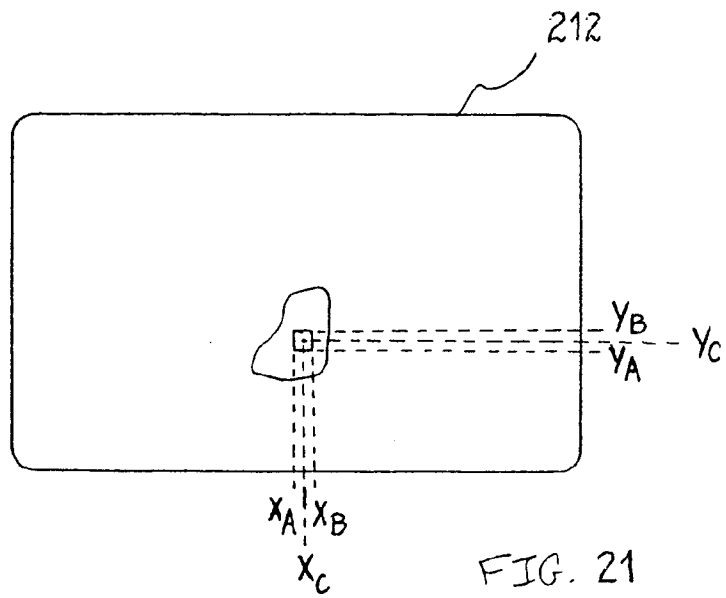


FIG. 20





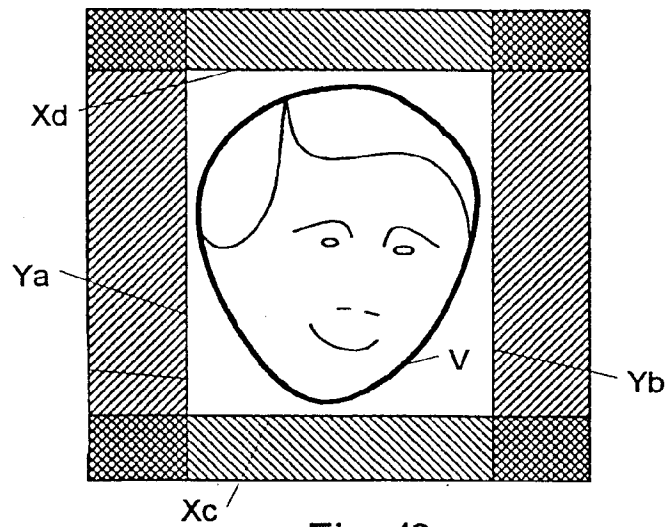
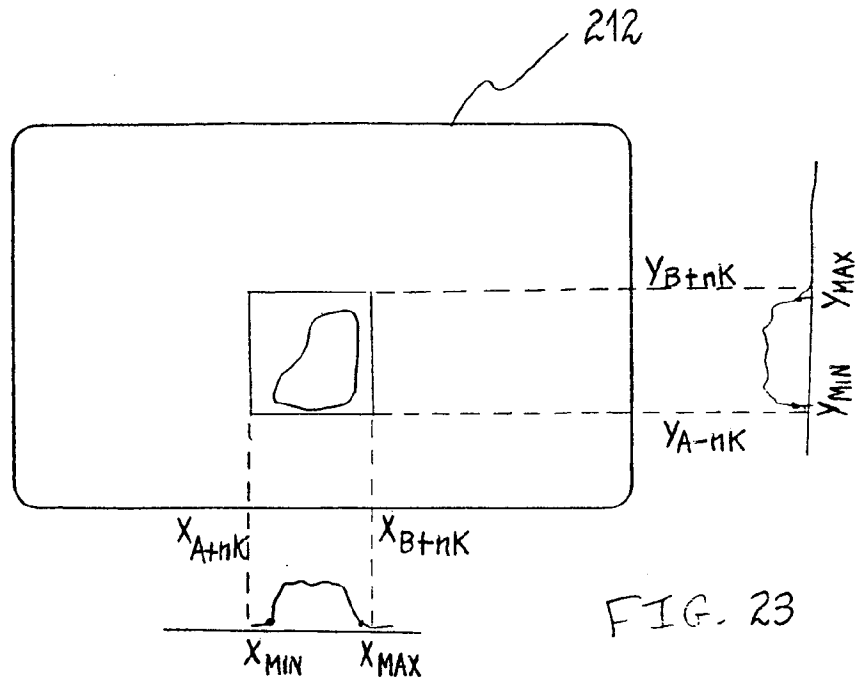


Fig. 18

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

national Application No PCT/EP 98/05383

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 6 G06T7/20

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
IPC 6 G06T

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category °	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	WO 98 05002 A (CARLUS MAGNUS LIMITED) 5 February 1998 see the whole document <p style="text-align: center;">-----</p>	1-51

Further documents are listed in the continuation of box C. Patent family members are listed in annex.

° Special categories of cited documents :

<p>"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>"E" earlier document but published on or after the international filing date</p> <p>"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)</p> <p>"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p>	<p>"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention</p> <p>"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone</p> <p>"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.</p> <p>"&" document member of the same patent family</p>
--	--

Date of the actual completion of the international search 11 May 1999	Date of mailing of the international search report 19/05/1999
---	---

Name and mailing address of the ISA European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016	Authorized officer <p style="text-align: center;">Chateau, J-P</p>
--	--

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

national Application No

PCT/EP 98/05383

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
WO 9805002	A	05-02-1998	FR 2751772 A	30-01-1998
			AU 3775397 A	20-02-1998
			EP 0912964 A	06-05-1999



UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

UNITED STATES DEPARTMENT OF COMMERCE
 United States Patent and Trademark Office
 Address: COMMISSIONER FOR PATENTS
 P.O. Box 1450
 Alexandria, Virginia 22315-1450
 www.uspto.gov



Bib Data Sheet

CONFIRMATION NO. 9051

SERIAL NUMBER 11/676,926	FILING OR 371(c) DATE 02/20/2007 RULE	CLASS 382	GROUP ART UNIT 2624	ATTORNEY DOCKET NO. 8042-2-1	
APPLICANTS PATRICK PIRIM, Paris, FRANCE;					
** CONTINUING DATA *****					
** FOREIGN APPLICATIONS *****					
IF REQUIRED, FOREIGN FILING LICENSE GRANTED.. SMALL ENTITY ** ** 03/12/2007					
Foreign Priority claimed <input type="checkbox"/> yes <input type="checkbox"/> no	35 USC 119 (a-d) conditions met <input type="checkbox"/> yes <input type="checkbox"/> no <input type="checkbox"/> Met after Allowance	STATE OR COUNTRY FRANCE	SHEETS DRAWING 13	TOTAL CLAIMS 7	INDEPENDENT CLAIMS 2
Verified and Acknowledged Examiner's Signature _____ Initials _____					
ADDRESS 86002					
TITLE IMAGE PROCESSING METHOD					
FILING FEE RECEIVED 725	FEES: Authority has been given in Paper No. _____ to charge/credit DEPOSIT ACCOUNT No. _____ for following:		<input type="checkbox"/> All Fees <input type="checkbox"/> 1.16 Fees (Filing) <input type="checkbox"/> 1.17 Fees (Processing Ext. of time) <input type="checkbox"/> 1.18 Fees (Issue) <input type="checkbox"/> Other _____ <input type="checkbox"/> Credit		



US006486909B1

(12) **United States Patent**
Pirim

(10) **Patent No.:** **US 6,486,909 B1**

(45) **Date of Patent:** **Nov. 26, 2002**

(54) **IMAGE PROCESSING APPARATUS AND METHOD**

- (75) Inventor: **Patrick Pirim, Paris (FR)**
- (73) Assignee: **Holding B.E.V., D'Esch (LU)**
- (*) Notice: Subject to any disclaimer, the term of this patent is extended or adjusted under 35 U.S.C. 154(b) by 0 days.

- (21) Appl. No.: **09/230,502**
- (22) PCT Filed: **Jul. 22, 1997**
- (86) PCT No.: **PCT/FR97/01354**

§ 371 (c)(1),
(2), (4) Date: **Sep. 13, 1999**

- (87) PCT Pub. No.: **WO98/05002**
- PCT Pub. Date: **Feb. 5, 1998**

(30) **Foreign Application Priority Data**

- Jul. 26, 1996 (FR) 96 09420
- (51) Int. Cl.⁷ **G06K 9/00**
- (52) U.S. Cl. **348/143; 382/262**
- (58) Field of Search **348/143; 382/262; 382/107; 236**

(56) **References Cited**

U.S. PATENT DOCUMENTS

5,109,425	A *	4/1992	Lawton	382/1
5,384,865	A *	1/1995	Loveridge	382/54
5,694,495	A	12/1997	Hara et al.	382/328
5,712,729	A	1/1998	Hashimoto	359/563
5,793,688	A	8/1998	Delaney	382/249

FOREIGN PATENT DOCUMENTS

EP	0 646 110	A1	2/1982
FR	2 611 063	A1	8/1988
FR	2 751 772	A1	1/1998
WO	WO 98/05002		2/1998
WO	WO 00/11610		3/2000

OTHER PUBLICATIONS

- Stephane G. Mallat, "A Theory for Multiresolution Signal Decomposition: The Wavelet Representation", IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, vol. 11, No. 7, Jul. 1989, pp. 674-693.
- John G. Daugman, "Complete Discrete 2-D Gabor Transforms by Neural Networks for Image Analysis and Compression", IEEE Transaction on Acoustics, Speech and Signal Processing, vol. 36, No. 7, Jul. 1988, pp. 1169-1179.
- Giacomo Indiveri et al., "System Implementations of Analog VLSI Velocity Sensors", 1996 IEEE Proceedings of Micro-Neuro '96, pp. 15-22.

(List continued on next page.)

Primary Examiner—Chris Kelley
Assistant Examiner—George A Bugg
 (74) *Attorney, Agent, or Firm*—Towusoud and Towusoud and Crew LLP

(57) **ABSTRACT**

The purpose of this invention is a process and a device operating in real time for identifying and localizing an area in relative movement in a scene and determining the speed and oriented direction of this relative movement in real time.

The process carries out temporal processing of the digital video input signal S(P1) that consists in deducing, from the variations between the value of each pixel in a frame and in the immediately preceding frame, a binary signal DP identifying whether or not there was a significant variation and a digital signal CO representing the magnitude of this variation, and a spatial processing consisting in distributing in a matrix these two signals successively for a single frame that is scanned through the matrix, and deducing the required relative movement and its parameters from this matrix distribution. The device achieves this by including a temporal processing unit 15 associated with a memory 16 and a spatial processing unit 17 associated with a delay unit 18; the clock unit 20 and the control unit 19 control the rate of operation of units 15 and 17.

36 Claims, 10 Drawing Sheets

