(19) RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE

PARIS

(11) N° de publication : **2 710 434**
(à n'utiliser que pour les commandes de reproduction)

(21) N° d'enregistrement national : **93 11371**

(51) Int Cl⁵ : G 06 T 7/20 , G 01 S 5/04 , G 06 F 17/40

(12) DEMANDE DE BREVET D'INVENTION A1

(22) **Date de dépôt** : 20.09.93.

(30) **Priorité** :

(43) **Date de la mise à disposition du public de la demande** : 31.03.95 Bulletin 95/13.

(56) **Liste des documents cités dans le rapport de recherche préliminaire** : *Se reporter à la fin du présent fascicule.*

(60) **Références à d'autres documents nationaux apparentés** :

(71) **Demandeur(s)** : *DAVER Gil* — FR.

(72) **Inventeur(s)** : DAVER Gil.

(73) **Titulaire(s)** :

(74) **Mandataire** : Cabinet Lavoix.

(54) Dispositif d'acquisition en temps réel de données relatives à des personnes en mouvement.

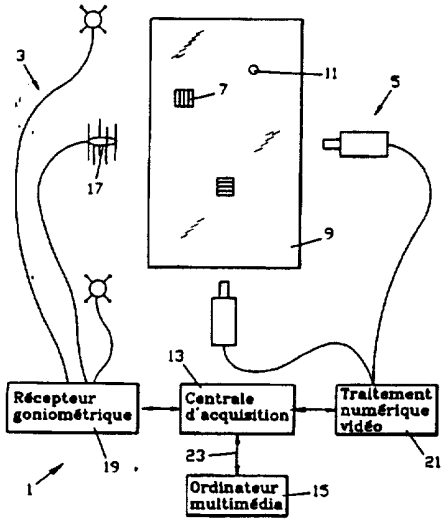
(57) Ce dispositif (1) d'acquisition et de traitement en temps réel de données relatives à la position et/ou aux performances physiques d'une ou d'une pluralité de personnes (7) évoluant sur un terrain (9), notamment de sportifs évoluant sur un terrain de sport est considéré en ce qu'il comporte

a) des moyens (3) d'acquisition en temps réel de la position instantanée individuelle de chaque personne sur le terrain;

b) des moyens (13) de traitement numérique associés auxdits moyens d'acquisition pour déterminer un ensemble de grandeurs numériques représentatives des performances physiques desdites personnes, à partir desdites informations de position instantanée;

c) des moyens d'interface (15) connectés auxdits moyens (13) de traitement numérique et assurant la préparation des grandeurs numériques représentatives des performances physiques, et leur représentation graphique.

Application au suivi de sportifs sur un terrain de sport.



FR 2 710 434 - A1

BAD ORIGINAL

La présente invention concerne un dispositif d'acquisition et de traitement en temps réel de la position et/ou des performances physiques d'une ou d'une pluralité de personnes évoluant sur un terrain, notamment de sportifs évoluant sur un terrain de sport.

Depuis un certain temps, on cherche à analyser les déplacements et les performances physiques ou énergétiques de sportifs sur des terrains de sports. A cet effet, on construit des ensembles de données statistiques afin de les corréler avec des données médicales ou physiologiques concernant les sportifs, ou à des fins de représentation de ces données. On entrevoit l'intérêt d'utiliser en temps réel des représentations graphiques des performances de sportifs à des fins d'augmentation de leur compétitivité, ou à des fins d'enseignement, ou pour agrémenter des retransmissions télévisées d'évènements sportifs, mais l'état de la technique ne permet pas d'obtenir de telles représentations en temps réel.

La détermination des performances sportives d'un ensemble de joueurs pose entre autres le problème de la détermination de leur position à chaque instant et le cas échéant de celle du ballon sur le terrain, ainsi que le problème du traitement des diverses informations de position pour en extraire des informations utiles pour le public ou les sportifs eux-mêmes.

De façon générale, dans l'état de la technique, l'acquisition des données de performance sportive (le nombre de foulées, le nombre d'aces marqués en tennis, etc...) est faite de façon très rudimentaire, principalement de façon manuelle et en différé, ou alors dans des conditions peu proches des situations réelles, comme dans le cas des tests faits en environnement médical.

En outre, les techniques et appareils d'acquisition non manuelle de données sportives ont été jusqu'à présent limités à des sports où l'effort est individuel, sans qu'il soit possible de suivre automatiquement et en

temps réel la position et les performances d'une pluralité de sportifs évoluant simultanément sur un terrain de sport.

De façon plus spécifique, on connaît, dans l'état de la technique, des dispositifs et procédés pour déterminer la position d'un ballon sur un terrain de sport. Un tel procédé est décrit dans le brevet français 2 636 742, dans lequel on repère par radio ou par radar un mobile, notamment une balle de golf, afin d'asservir à ce repérage, des moyens de prise de vue à des fins de retransmission télévisée.

Cependant, un tel dispositif ne permet pas de suivre en temps réel les évolutions d'un ensemble de joueurs, ni de déterminer de façon instantanée un ensemble de statistiques décrivant la performance individuelle de chaque joueur.

En conséquence, les dispositifs connus dans le domaine des jeux avec ballon ne permettent pas une acquisition et un traitement automatisés et en temps réel des informations de position de personnes sur un terrain. Pour évaluer les performances de ces personnes, les dispositifs connus nécessiteraient que l'on fasse une saisie manuelle des évènements de jeux à l'aide de claviers spécifiques, puis que l'on utilise ces données pour construire des schémas, des statistiques ou autres, à des fins d'enseignement ou de retransmission télévisée.

Etant donné cet état de la technique, l'invention a pour but de fournir un dispositif qui résout les problèmes posés par les dispositifs et procédés de l'état de la technique, et qui de façon générale permet d'automatiser l'acquisition en temps réel de statistiques sportives, et de généraliser leur utilisation, que ce soit en temps réel ou en différé.

En particulier, l'invention a pour but de proposer un procédé et un dispositif pouvant analyser en temps réel les performances physiques d'un ou d'une pluralité de sportifs évoluant sur un terrain de sport, en

permettant la saisie automatique et en temps réel d'une multitude de paramètres décrivant l'activité physique des sportifs, ainsi que la représentation graphique de ces paramètres.

A cet effet, l'invention concerne un procédé et un dispositif d'acquisition et de traitement de données relatives à une ou plusieurs personnes évoluant sur un terrain, notamment des joueurs évoluant sur un terrain de sport, présentant les caractéristiques résumées ci-dessous.

Le dispositif selon l'invention est caractérisé en ce qu'il comporte :

a) des moyens d'acquisition en temps réel de la position instantanée individuelle de chaque personne sur le terrain ;

b) des moyens de traitement numérique associés auxdits moyens d'acquisition pour déterminer un ensemble de grandeurs numériques représentatives des performances physiques desdites personnes, à partir desdites informations de position instantanée ;

c) des moyens d'interface connectés auxdits moyens de traitement numérique et assurant la préparation des grandeurs numériques représentatives des performances physiques, et leur représentation graphique.

Suivant d'autres caractéristiques du dispositif selon l'invention :

- il comporte des moyens d'acquisition et de traitement de la position instantanée d'un objet, notamment d'un ballon sur un terrain de sport, lesdits moyens étant couplés aux moyens d'acquisition et de traitement de la position des sportifs, de façon à déterminer un ensemble de grandeurs numériques représentatives des interactions entre lesdits sportifs et ledit ballon.

- lesdits moyens d'acquisition de la position instantanée d'un objet sont constitués par des moyens vidéo-numériques à reconnaissance de formes, la position instantanée exacte de l'objet étant déterminée par recon-

naissance de la forme de l'objet à un endroit du terrain où on a déterminé que l'objet se trouve, par des techniques de suivi de mobiles;

- lesdits moyens d'acquisition en temps réel de la position instantanée individuelle de chaque personne sur le terrain comportent d'une part des émetteurs radiofréquence miniaturisés portés par les personnes, et d'autre part, un ensemble d'au moins trois récepteurs goniométriques radiofréquence calés sur la fréquence de chacun desdits émetteurs de façon à détecter plusieurs fois par seconde la position instantanée de chaque émetteur sur le terrain, par triangulation à partir des directions d'émission de chaque émetteur.

- lesdits moyens d'acquisition vidéo-numérique comportent un ensemble d'au moins deux caméras vidéo-numériques fixes et à focale constante, pointées en direction du terrain et disposées de façon à ce que leurs axes optiques soient sensiblement perpendiculaires entre eux, la sortie numérique de chaque caméra étant connectée à l'entrée d'une carte électronique de mémorisation de l'image numérique instantanée et de l'image immédiatement précédente, la sortie de chacune desdites cartes de mémorisation étant connectée à un module de soustraction de ladite image numérique instantanée et de ladite image numérique immédiatement précédente, les sorties respectives de chaque module de soustraction d'images étant connectées à l'entrée de modules respectifs de suivi de mobiles et de reconnaissance de formes, les sorties de chacun desdits modules de suivi et de reconnaissance de formes étant connectées à un module de calcul de la trajectoire de l'objet dans un référentiel fixe lié au terrain.

- lesdits moyens d'interface comportent un ordinateur multimédia comprenant notamment une unité centrale de traitement, un bus de connexion entre ladite unité centrale et lesdits moyens de traitement numérique et de traitement numérique vidéo, un écran d'affichage

desdites grandeurs numériques, et des moyens de représentation sonore de messages associés auxdites grandeurs numériques.

- ledit ordinateur multimédia comporte en outre des moyens de mémoire pour le stockage de modèles d'affichage d'écran correspondant à une pluralité de contextes d'utilisation ou de disciplines sportives, et des moyens de sélection dans la mémoire parmi ladite pluralité de contextes pour configurer le dispositif en fonction d'un contexte particulier.

- ledit ordinateur multimédia comporte des moyens de commande et de gestion des positions des récepteurs goniométriques et des caméras vidéo numériques autour du terrain, des moyens de gestion et d'édition d'un ensemble de paramètres associés à chaque équipe et/ou à chaque sportif d'une équipe présente sur le terrain, et des moyens de préparation et d'affichage d'images de synthèse représentant une vue du ciel du terrain, des sportifs, de leurs déplacements et de leurs performances.

Le procédé selon l'invention est caractérisé en ce qu'il comporte les étapes consistant à :

a) initialiser le dispositif en affectant à chaque joueur sur le terrain un dispositif émetteur et au moins un récepteur goniométrique correspondant et en affectant au ballon un couple de caméras vidéo-numériques, pour la détermination de la position instantanée desdits joueurs et dudit ballon ;

b) générer des suites d'images successives représentatives respectivement des positions instantanées successives de chaque joueur et/ou du ballon sur le terrain, comme vu du ciel ;

c) mémoriser lesdites suites dans des moyens de stockage associés à des moyens de traitement ;

d) à l'aide desdits moyens de traitement, filtrer lesdites suites, de façon à obtenir à partir des données de

position, des données de trajectoire de chaque joueur et/ou ballon en fonction du temps ;

e) à partir des données de position et de trajectoire, calculer en temps réel et plusieurs fois par seconde, un ensemble de valeurs et/ou de statistiques représentatives des performances de chaque joueur ;

f) visualiser lesdites valeurs et/ou statistiques.

D'autres caractéristiques et avantages du dispositif selon l'invention seront mieux compris en se référant à la description suivante faite à titre d'exemple nullement limitatif, et dans laquelle :

- La figure 1 représente une vue générale en plan illustrant un terrain de sport équipé avec les principaux composants du dispositif selon l'invention ;

- la figure 2 représente un schéma de principe du dispositif de la figure 1 ;

- la figure 3 représente un schéma de principe de la partie d'acquisition vidéo et de traitement de la position d'un mobile sur le terrain, à des fins de localisation d'une balle ou analogue ;

- la figure 4 représente une vue plus détaillée de la partie du dispositif selon la figure 1, chargée de la détermination par détection radio goniométrique de la position et de la trajectoire des joueurs sur le terrain ;

- la figure 5 représente un diagramme de principe des éléments de calcul et d'interface du dispositif avec les utilisateurs ;

- la figure 6 représente un diagramme de temps faisant apparaître le séquencement des principales étapes du procédé selon l'invention.

Un mode de réalisation particulier de l'invention va maintenant être décrit à titre d'exemple nullement limitatif, dans le cadre de l'utilisation du dispositif dans le domaine sportif, et plus particulièrement dans le cadre de l'utilisation du dispositif sur un terrain de

sport portant un certain nombre de joueurs et un ballon. Il est bien entendu que des variantes de l'invention peuvent être appliquées à d'autres domaines que le sport, tout en restant dans le cadre de l'invention.

On se réfère à la figure 1. Le dispositif 1 d'acquisition et de traitement comporte principalement des moyens d'acquisition 3, 5 pour la détection et l'acquisition, respectivement, de la position instantanée de chaque joueur 7 sur un terrain de sport 9, et de la position instantanée d'un ballon 11, de moyens 13 de traitement numérique des données de position, et de moyens d'interface 15 assurant la préparation des grandeurs numériques représentatives des performances physiques, et leur représentation graphique.

Les moyens d'acquisition 3 de la position des joueurs se composent d'une part d'un ensemble d'émetteurs radiofréquence miniaturisés (non représentés), portés par les joueurs, et d'un ensemble d'antennes radiofréquence 17 destinés à recevoir les signaux radio des émetteurs. Les différents signaux radio reçus sont traités par des récepteurs goniométriques 19 qui déterminent les directions d'émission des émetteurs, les moyens de traitement numérique 13 utilisant des méthodes connues de triangulation pour déterminer la position d'un mobile émetteur à partir de la direction de plusieurs signaux reçus de la part des récepteurs goniométriques 19.

Les émetteurs portés par les joueurs sont conventionnels, et suffisamment petits pour pouvoir être intégrés facilement à une pièce d'équipement de ceux-ci, par exemple leur short ou une boucle de ceinture. Chaque émetteur émet une fréquence radio porteuse commune de l'ordre du GigaHertz, les différentes porteuses étant séparées par des bandes de fréquence de 25 Khz, comme cela est courant en émission radio.

La centrale d'acquisition 13 comporte une série de cartes à micro-processeur. Chaque carte peut traiter le

positionnement de plusieurs émetteurs. Il faut au moins trois récepteurs goniométriques 19 pour localiser un émetteur de fréquence donnée. L'ensemble de ces récepteurs goniométriques est réparti autour du terrain de façon à ce que chaque émetteur radio soit en permanence détecté et localisé par au moins trois récepteurs goniométriques 19 différents. Le principe de ces récepteurs goniométriques 19 est déjà connu, notamment dans le cadre des systèmes de détection goniométriques utilisés pour le sauvetage en mer.

Le traitement numérique des données de positions obtenues pour chaque joueur est fait par une centrale électronique d'acquisition 13, qui utilise en entrée les directions d'émission instantanées fournies par chaque récepteur goniométrique 19. A partir des directions d'émission fournies par les différents récepteurs goniométriques 19 affectés à un joueur 7, la centrale d'acquisition 13 détermine par triangulation la position instantanée du joueur. De telles centrales électroniques 13 sont connues en soi et ne seront pas décrites davantage. Il est à noter que la précision des positions instantanées dépend du nombre de traitements qui peuvent être effectués par seconde, et ce d'autant plus que la vitesse de circulation des joueurs est élevée. Par conséquent, les récepteurs goniométriques 19 sont choisis de manière à pouvoir échantillonner et traiter les signaux provenant de chaque antenne 17 au moins cinq fois par seconde, ce qui correspond à une fréquence d'acquisition d'au moins cinq Hertz.

De préférence, le dispositif 1 comporte également des moyens d'acquisition et de traitement de la position instantanée d'un objet, notamment d'un ballon, sur le terrain. Ces moyens sont réalisés notamment sous la forme d'au moins deux caméras vidéo numériques 5, fixes et à focale constante, pointées en direction du terrain et disposées de façon à ce que leurs axes optiques soient sensiblement perpendiculaires entre eux. La sortie numérique de chaque caméra 5 est connectée à l'entrée d'une carte

électronique 21 de mémorisation de l'image numérique instantanée et de l'image immédiatement précédente. De telles cartes d'acquisition vidéo numérique sont déjà connues en soi, et utilisées par exemple pour la reconnaissance de formes en robotique, avec l'assistance de techniques de suivi de mobiles également connues en soi. Comme expliqué plus en détail en relation à la figure 4, cette carte électronique 21 est connectée en sortie à un module de calcul des coordonnées instantanées successives (ou trajectoire) de l'objet dans un référentiel fixe lié au terrain. Ce module de calcul fait de préférence partie de la centrale électronique d'acquisition 13. Ainsi, à partir des données de position des joueurs et du ballon en fonction du temps, la centrale 13 élabore par filtrage (pour éviter les imprécisions liées aux mesures individuelles de position) une image numérique de la trajectoire de chaque joueur en fonction du temps. A partir des données de position transmises par la centrale d'acquisition 13 sur un bus 23, un ordinateur 15 peut également calculer à l'aide de programmes de calcul spécifiques conventionnels, une série de statistiques décrivant des paramètres de jeu ou de performance individuelle, comme par exemple : la vitesse instantanée de chaque joueur, son accélération, sa dépense énergétique (à partir des distances parcourues et de données physiologiques individuelles préalablement mémorisées dans une mémoire de travail de la centrale), les statistiques du jeu avec ballon, etc.

L'acquisition des données de position est effectuée en continu, et des interrogations spécifiques sur un paramètre sont effectués par l'utilisateur au moyen de l'ordinateur 15 connecté à la centrale électronique 13, assurant un rôle d'interface entre la centrale 13 et l'utilisateur, notamment pour la configuration du dispositif 1 et en cas de changement de joueur. L'ordinateur multimédia 15 comprend de façon connue un certain nombre de composants (non représentés) dont une unité centrale de

traitement, un écran d'affichage des grandeurs numériques calculées, et des moyens de représentation sonore de messages associés auxdites grandeurs numériques, par exemple des messages sonores de synthèse annonçant des panneaux d'aide à la configuration.

L'ordinateur multimédia comporte en outre des moyens de mémoire pour le stockage de modèles d'affichage d'écran correspondant à une pluralité de contextes d'utilisation ou de disciplines sportives, et des moyens de sélection par menu dans la mémoire, parmi ladite pluralité de contextes pour configurer le dispositif en fonction d'un contexte particulier, comme par exemple le contexte d'un match de football.

Cet ordinateur multimédia comporte en outre des moyens de commande et de gestion des positions des récepteurs goniométriques et des caméras vidéo numériques autour du terrain en fonction du contexte sélectionné, et des moyens de gestion et d'édition d'un ensemble de paramètres associés à chaque équipe et/ou à chaque sportif d'une équipe présente sur le terrain, ainsi que des moyens de préparation et d'affichage d'images de synthèse représentant une vue du ciel du terrain, des sportifs, de leurs déplacements et de leurs performances. Ces images de synthèse sont obtenues en faisant déplacer sur l'écran de l'ordinateur multimédia, des symboles graphiques dont les déplacements sont asservis aux déplacements réels des joueurs tels que détectés par les moyens d'acquisition de position.

La figure 2 représente plus en détail les éléments du dispositif 1 selon l'invention. On a représenté uniquement deux dispositifs de localisation de deux joueurs différents, chaque dispositif comportant trois récepteurs goniométriques 19 pourvu d'antennes 17, et chaque récepteur goniométrique 19 comportant un dispositif de détermination de la direction d'émission de l'émetteur correspondant. Les différents récepteurs goniométriques 19 de calcul de

position sont connectés au bus de dialogue 23 relié à la centrale 13 (figure 1). Sur ce bus de dialogue est également connectée la carte 21 de traitement numérique des images vidéo numériques générées par les caméras vidéo numériques 5 qui déterminent la position d'un ballon. Enfin, le bus de dialogue 23 est encore connecté à l'ordinateur multimédia 15. Ce dernier comporte des périphériques de communication avec l'utilisateur du dispositif : écran 27, clavier et souris 29, et est relié en outre à une régie vidéo 31 et à une interface réseaux 33 pour l'utilisation à distance du dispositif 1 selon l'invention. L'ensemble de ces composants est bien connu dans l'état de la technique et ne sera pas décrit davantage.

On se réfère à la figure 3.

Les caméras vidéo numériques 5 sont placées de préférence en hauteur par rapport au terrain, et de façon à avoir leurs axes optiques sensiblement perpendiculaires entre eux. Elles sont à distance focale fixe, de manière à extraire plus aisément les coordonnées du ballon à partir des images numériques générées.

Chaque caméra 5 est reliée à une première carte mémoire 35 qui sauvegarde l'image enregistrée par la caméra à l'instant T, et à une deuxième carte mémoire 37 qui sauvegarde l'image précédente, c'est-à-dire celle de l'instant T-dt. Un module de calcul 39 effectue la soustraction des deux images numériques précédentes, afin d'éliminer les composantes constantes des images. Pour chaque caméra vidéo 5, le résultat de cette soustraction est soumis à un module de suivi à micro-processeur 41 respectif, connu en soi, qui détermine par reconnaissance de formes à partir des images aux instants T et (T-dt), les positions successives du ballon 11, obtenant ainsi un suivi des positions successives du ballon, telles qu'enregistrées par la caméra correspondante. La sortie de chaque module de suivi 41 alimente en entrée une carte à micro-processeur 43 commune aux deux lignes de traitement vidéo, et utilisant

la détection opérée par les modules 41 pour calculer les coordonnées en trois dimensions de la balle 11 par rapport au référentiel fixe lié au terrain.

Un module de mémoire 47 assure le stockage de la configuration des caméras 5, c'est-à-dire leur position dans le référentiel fixe mentionné précédemment.

Un module de dialogue 45 assure la liaison avec le bus principal 23 pour le dialogue avec les autres éléments du dispositif, et notamment la réception des commandes de configuration des caméras 5 et la transmission des coordonnées de la balle 11 vers la centrale d'acquisition 13. Le bus principal 23 est un bus à haut débit, de type couramment répandu.

Il est a noter que, puisque les caméras vidéo numériques doivent permettre de localiser la balle 11 en temps réel, leur fréquence d'acquisition des images doit être en général au moins égale à 25 Hertz.

On se réfère à la figure 4, représentant la partie de la centrale d'acquisition 13 qui prend en charge la détection et le suivi de la position des différents joueurs sur le terrain.

La centrale d'acquisition 13 comporte à cet effet plusieurs cartes à micro-processeurs connectées sur un même support et reliées au bus principal de dialogue 23 par un module de dialogue 49 adapté, connu en soi. Ceci permet d'adapter le nombre de cartes à micro-processeurs (figure 2) travaillant en parallèle, en fonction du nombre de joueurs à superviser en temps réel sur le terrain.

Bien entendu, le nombre de cartes à micro-processeur dépend de la puissance de calcul des micro-processeurs utilisés, et de la fréquence d'acquisition de la position des émetteurs portés par les joueurs.

En règle générale, il y a p joueurs à localiser et à suivre, et $p = 2$ pour le tennis en simple, $p = 10$ pour le basket-ball, $p = 22$ pour le football, $p = 30$ pour le rugby ou le football américain.

Le module 51 gère les fréquences radio affectées aux différents joueurs en jeu. Ce module pilote les récepteurs goniométriques 19 pour les affecter par groupe de trois sur les fréquences des émetteurs des joueurs en jeu, puisqu'il faut trois récepteurs goniométriques 19 au minimum pour suivre un joueur. L'augmentation du nombre de récepteurs goniométriques 19 par joueur augmente la précision de la localisation.

Un module 53 de gestion du positionnement des antennes, également connu en soi, stocke la configuration du réseau d'antennes, c'est-à-dire la position des antennes 17 et leur orientation par rapport au terrain. Les informations transmises par les trois récepteurs goniométriques 19 affectés à chaque émetteur porté par un joueur sont prélevées par des modules 55 à partir du bus de dialogue principal 23, à travers le module de dialogue 49. Un module de triangulation 57 effectue le calcul de triangulation à partir de ces trois informations de direction d'émission, afin de déterminer les coordonnées de l'émetteur considéré sur le terrain de jeu. Pour chaque joueur, un module filtrage 59 effectue un filtrage numérique de la trajectoire du joueur considéré sur un certain nombre des dernières positions de l'émetteur correspondant. Ceci permet d'affecter au joueur correspondant, une position cohérente à l'instant T, dans l'espace de jeu.

Les modules 55, 57 et 59 supplémentaires représentés assurent les mêmes fonctionnalités que celles précédemment décrites pour un émetteur numéro p affecté à un joueur numéro p.

On se réfère à la figure 5, représentant avec davantage de détails un ensemble de tâches logicielles réalisées par l'ordinateur multimédia 15 (figure 1). Cet ordinateur multimédia 15 est constitué d'une carte son, d'une carte vidéo, d'une carte d'interface 61 avec le bus de dialogue principal 23, d'une carte de communication 63 pour la liaison avec le réseau téléphonique ou le réseau

Ethernet pour la communication distante avec d'autres ordinateurs multimédia 15 équivalents faisant partie d'autres dispositifs 1 distants. Cet ordinateur multimédia comprend en outre des éléments conventionnels non représentés sur la figure 5, comme par exemple un écran couleur, un clavier, une souris, un disque dur magnétique, un système de sauvegarde sur disque optique, etc.

La mémoire de l'ordinateur multimédia 15 comporte un ensemble de programmes ou de routines d'application, dont les fonctions principales sont décrites ci-dessous, et auxquelles on accède de façon conventionnelle, notamment à l'aide de la sélection d'une routine sur un menu proposé à l'écran, à l'aide d'une souris.

Une routine 63 permet de sélectionner la langue utilisée pour l'interface homme/machine et de choisir le sport qui est pratiqué sur le terrain de sport 9. Une routine 65 permet de saisir la configuration et la position fixe, pour l'espace de jeu considéré, des antennes 17 des récepteurs goniométriques 19, ainsi que la position des caméras vidéo numériques 5. Un module 67 est prévu pour la représentation graphique en couleur des maillots des différents joueurs et la saisie du nom des équipes en compétition.

Une routine 69 interroge l'utilisateur pour la constitution de la feuille de match, c'est-à-dire la saisie des noms des joueurs pour chaque équipe, et éventuellement de leurs remplaçants.

Une routine 71 permet d'affecter à chaque joueur figurant sur la feuille de match, un numéro d'émetteur.

Une routine 73 permet de confirmer le nom des joueurs effectivement en jeu, afin de ne pas avoir à superviser les émetteurs correspondant aux joueurs éventuellement sur le banc des remplaçants.

Une routine 75 interroge en temps réel la centrale d'acquisition 13, afin d'acquérir en temps réel les coordonnées de position des joueurs et de la balle sur

le terrain. Ces données prélevées en continu à partir du bus de dialogue principal 23 sont mémorisées en continu en 77 dans le disque dur de l'ordinateur 15. Ainsi, les positions successives des joueurs et de la balle seront disponibles pour les routines de traitement de calcul des performances physiques désirées.

A cet effet, une routine 79 appropriée calcule les performances physiques des joueurs à partir des coordonnées de leurs trajectoires respectives sur le terrain de jeu. Cette routine est programmée pour calculer au minimum la distance totale parcourue par chaque joueur, sa vitesse moyenne, sa vitesse maximale, le nombre de courses, l'accélération moyenne, ou toute autre grandeur obtenue à partir des informations de positions instantanées, représentatives des performances physiques des joueurs.

De la même manière, une routine 81 permet de calculer des statistiques représentatives des interactions de chaque joueur avec la balle 11, à partir des coordonnées de position de chaque joueur et de la trajectoire de la balle, également mémorisée dans le disque dur 77 de l'ordinateur 15.

Bien entendu, à partir du moment où les information de positions instantanées des différents joueurs et de la balle mémorisées et mises à jour dans le disque dur, il n'y a pas de limite au nombre de grandeurs qui peuvent être calculées dans les sous-programmes, et l'homme du métier pourra déterminer les grandeurs numériques à calculer qui sont les plus représentatives pour un sport considéré.

Dans un mode de réalisation préféré de l'invention, il est prévu une routine 83 de génération d'une image de synthèse du terrain de sport, par exemple en vue du ciel. Les joueurs sont symbolisés dans cette image de synthèse par leurs maillots portant leurs numéros. Il est possible de prévoir l'animation de cette image de synthèse en temps réel, en fonction de la position réelle des

joueurs à l'instant considéré. Bien entendu, la mémorisation de la succession de ces images de synthèse permettra de repasser les séquences de jeu, à des fins de retransmission ou de pédagogie sportive. Il sera également possible, à partir des images mémorisées, de recréer à postériori des images de synthèse en trois dimensions retraçant des séquences de match.

A cet effet, un mode de réalisation particulier de l'invention prévoit l'adjonction aux modules représentés dans la figure 5, d'un module logiciel 85 d'enseignement assisté par ordinateur, éventuellement relié à une régie vidéo 87 pour la pédagogie sportive en groupe, et/ou à une interface réseau 63 pour la retransmission ou la pédagogie sportive à distance.

On se réfère à la figure 6. Dans cette figure, on a récapitulé les différentes opérations effectuées par les composants du dispositif 1 selon l'invention, en fonction du temps. Les blocs 90, 91 représentent les tâches réalisées au niveau du récepteur goniométrique 19. Les blocs 92 à 96 représentent les tâches réalisées par les dispositifs de traitement numérique vidéo 21, les blocs 97 à 100 représentent les tâches effectuées par la centrale d'acquisition 13, les blocs 101 à 105 représentent les tâches effectuées par l'ordinateur multimédia 15.

Il est à noter que l'ensemble des tâches peut être réparti en deux catégories, une première catégorie de tâches réalisées pendant une phase 88 d'acquisition des positions des joueurs et éventuellement de la balle sur le terrain, suivie d'une phase 89 de calcul de grandeurs numériques liées aux joueurs et/ou à la balle, telles que les performances des joueurs.

Les flèches 23 représentent les transferts d'information entre tâches qui ont lieu sur le bus 23 du dispositif. Les différentes tâches sont listées ci-dessous :

- 90 : détermination de position d'émetteur par un récepteur goniométrique 19 ;

- 91 : transmission de la position précédente donnée par le récepteur goniométrique 19 vers la centrale d'acquisition 13 ;

- 92 : transfert de l'image vidéo à l'instant (T-dt) en mémoire 37 ;

- 93 : acquisition de l'image vidéo à l'instant T dans la mémoire 35 ;

- 94 : traitement vidéo par les modules 39 et 41 ;

- 95 : calcul de la position de la balle par le module 43 ;

- 96 : transmission de la position précédente de la balle vers la centrale d'acquisition 13 ;

- 97 : réception de la position des joueurs en provenance des récepteurs goniométriques 19 ;

- 98 : calcul de la position des émetteurs par triangulation ;

- 99 : filtrage de la trajectoire des joueurs portant les émetteurs ;

- 100 : transmission des positions précédentes de joueurs et/ou de balle vers l'ordinateur multimédia 15 ;

- 101 : réception des positions précédentes de joueurs et/ou de balle en provenance de la centrale d'acquisition 13 ;

- 102 : stockage sur disque dur de l'ordinateur multimédia 15 des positions des joueurs et/ou de la balle ;

- 103 : mise à jour de la vue du ciel ;

- 104 : calcul des performances physiques des joueurs ou d'autres grandeurs numériques ;

- 105 : dialogue avec l'opérateur de l'ordinateur multimédia 15.

Selon des variantes de l'invention, il est clair que les moyens d'acquisition de la position des joueurs

pourraient eux aussi être des moyens vidéo à reconnaissance de formes, à condition de disposer par ailleurs de moyens de calcul et de traitement suffisamment puissants à un coût raisonnable. Ceci aurait l'avantage de ne pas devoir affubler les joueurs d'émetteurs radio.

De façon similaire, on pourrait prévoir un système dans lequel tous les moyens d'acquisition de position, y compris ceux pour la détection de la balle, utilisent des transmissions radio.

Quelle que soit la variante mise en oeuvre du procédé et du dispositif selon l'invention est extrêmement simple. Dès lors que les différents éléments du dispositif sont en place et que les joueurs portent leur émetteur, le dispositif localise les joueurs et le ballon et les suit en fonction du temps. Les déplacements en fonction du temps permettent de déterminer des grandeurs utiles, notamment les déplacements en fonction du temps ou cumulés, vitesses, accélérations, dépenses énergétiques, rythmes biologiques, ou autres. Les grandeurs utiles peuvent être sélectionnées dans un menu disponible à tout instant, présenté à l'écran par un programme informatique tel que connu en soi.

Le dispositif décrit précédemment répond aux buts fixés, et permet notamment de connaître automatiquement et en temps réel (plusieurs fois par seconde), la position des joueurs et du ballon sur un terrain de sport, puis de calculer automatiquement et d'afficher un ensemble de valeurs ou statistiques représentatives du déroulement du jeu ou des efforts des joueurs.

REVENDICATIONS

1. Dispositif (1) d'acquisition et de traitement en temps réel de données relatives à la position et/ou aux performances physiques d'une ou d'une pluralité de personnes évoluant sur un terrain, notamment de sportifs (7) évoluant sur un terrain de sport (9), caractérisé en ce qu'il comporte:

a) des moyens (3) d'acquisition en temps réel de la position instantanée individuelle de chaque personne sur le terrain ;

b) des moyens (13) de traitement numérique associés auxdits moyens (3) d'acquisition pour déterminer un ensemble de grandeurs numériques représentatives des performances physiques desdites personnes, à partir desdites informations de position instantanée ;

c) des moyens (15) d'interface connectés auxdits moyens (13) de traitement numérique et assurant la préparation des grandeurs numériques représentatives des performances physiques, et leur représentation graphique.

2. Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'il comporte en outre des moyens (5) d'acquisition et de traitement de la position instantanée d'un objet, notamment d'un ballon (11) sur un terrain de sport (9), lesdits moyens (5) étant couplés aux moyens (3) d'acquisition et de traitement (13) de la position des sportifs, de façon à déterminer un ensemble de grandeurs numériques représentatives des interactions entre lesdits sportifs (7) et ledit ballon (11).

3. Dispositif selon la revendication 2, caractérisé en ce que lesdits moyens (5) d'acquisition de la position instantanée d'un objet (11) sont constitués par des moyens vidéo-numériques (5, 21) à reconnaissance de formes, la position instantanée de l'objet étant déterminée par reconnaissance à un endroit du terrain de la forme de

l'objet, par comparaison avec la forme dudit objet préalablement mémorisée.

4. Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que lesdits moyens (3) d'acquisition en temps réel de la position instantanée individuelle de chaque personne (7) sur le terrain comportent d'une part des émetteurs radiofréquence miniaturisés portés par les personnes, et d'autre part, un ensemble d'au moins trois récepteurs goniométriques (19) calés successivement sur la fréquence desdits émetteurs de façon à balayer l'ensemble des fréquences d'émission en fonction du temps et à détecter plusieurs fois par seconde la position instantanée de chaque émetteur sur le terrain, par triangulation à partir des directions d'émission de chaque émetteur.

5. Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que lesdits moyens (5, 21) d'acquisition vidéo-numérique comportent un ensemble d'au moins deux caméras vidéo-numériques (5) fixes et à focale constante, pointées en direction du terrain (9) et disposées de façon à ce que leurs axes optiques soient sensiblement perpendiculaires entre eux, la sortie numérique de chaque caméra (5) étant connectée à l'entrée d'une carte électronique (35) de mémorisation de l'image numérique instantanée et d'une carte électronique (37) de l'image immédiatement précédente, la sortie de chacune desdites cartes de mémorisation (35, 37) étant connectée à un module de calcul (39) des coordonnées instantanées successives ou trajectoire de l'objet (11) dans un référentiel fixe lié au terrain.

6. Dispositif selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que lesdits moyens d'interface (15) comportent un ordinateur multimédia (15) comprenant notamment une unité centrale de traitement, un bus de connexion entre ladite unité centrale et lesdits moyens de traitement numérique et de traitement numérique

d) affecter des émetteurs à chacun des joueurs, et le cas échéant, affecter des caméras (5) vidéo-numériques au ballon (11) ;

e) pendant le déroulement du match ou de l'entraînement, sélectionner sur l'écran d'ordinateur (27) un ou plusieurs joueurs, puis sélectionner dans un menu une ou plusieurs des grandeurs numériques représentatives des performances physiques desdits joueurs, et de leur représentation graphique.

10. Procédé d'acquisition et de traitement de données relatives à un ou de plusieurs joueurs (7) évoluant sur un terrain de sport (9), notamment avec un ballon (11), caractérisé en ce qu'il comporte les étapes consistant à :

a) initialiser le dispositif (1) selon l'une quelconque des revendications 1 à 8 en affectant à chaque joueur (7) sur le terrain (9) un dispositif émetteur et une pluralité de récepteurs goniométriques (19) correspondants et en affectant au ballon (11) un couple de caméras (5) vidéo-numériques, pour la détermination de la position instantanée desdits joueurs et dudit ballon ;

b) générer des suites d'images successives représentatives respectivement des positions instantanées successives de chaque joueur et/ou du ballon sur le terrain ;

c) mémoriser lesdites suites dans des moyens de stockage (35, 37) associés à des moyens de traitement (13) ;

d) à l'aide desdits moyens de traitement (13), filtrer lesdites suites, de façon à obtenir à partir des données de position, des données de trajectoire de chaque joueur (7) et/ou ballon (11) en fonction du temps ;

e) à partir des données de position et de trajectoire, calculer en temps réel et plusieurs fois par seconde, un ensemble de valeurs et/ou de statistiques représentatives des performances de chaque joueur ;

f) visualiser lesdites valeurs et/ou statistiques à l'aide de moyens d'interface (15).

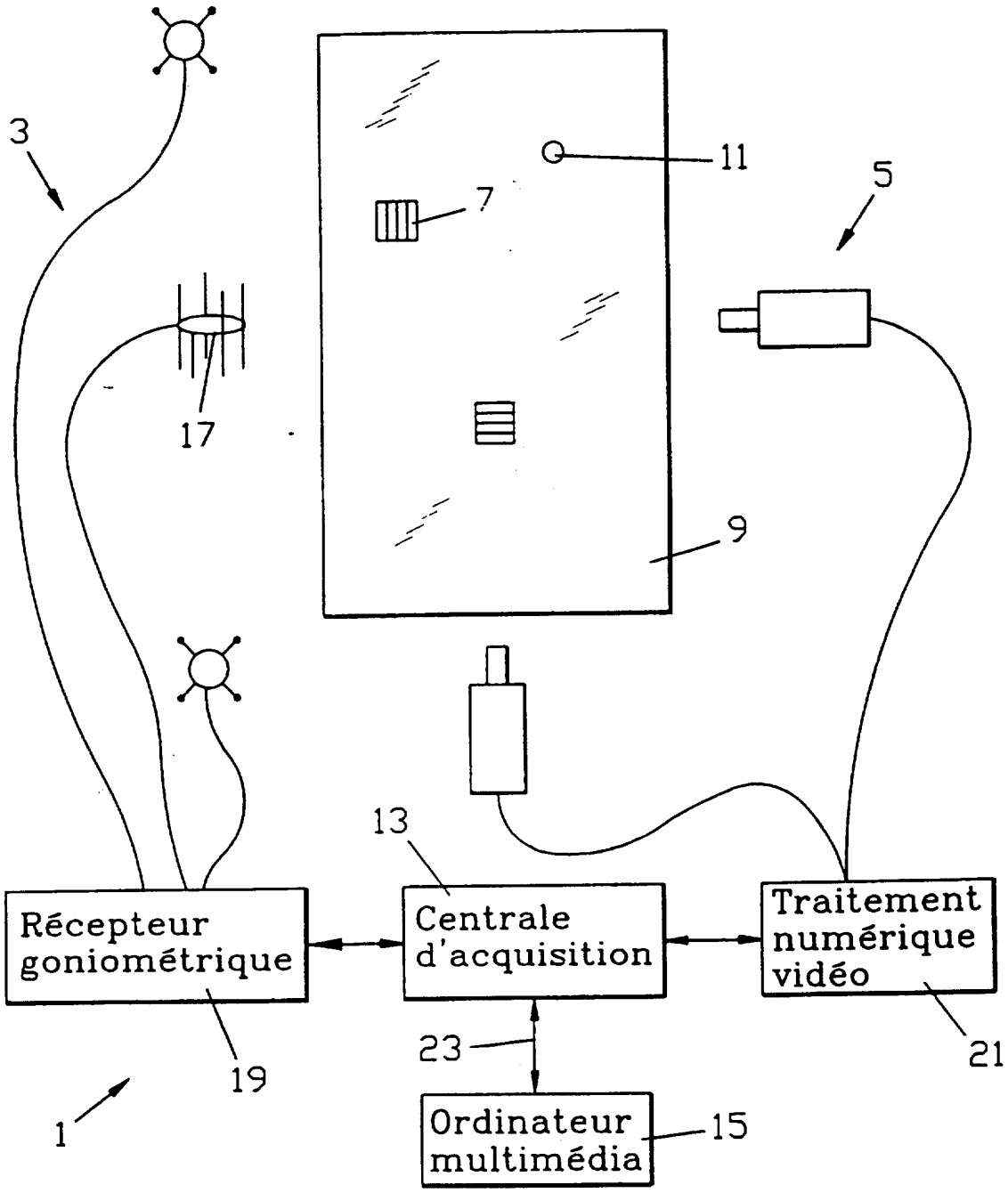

3
11
5
7
17
9
13
Récepteur goniométrique
Centrale d'acquisition
Traitement numérique vidéo
19
23
21
1
Ordinateur multimédia
15

FIG.1

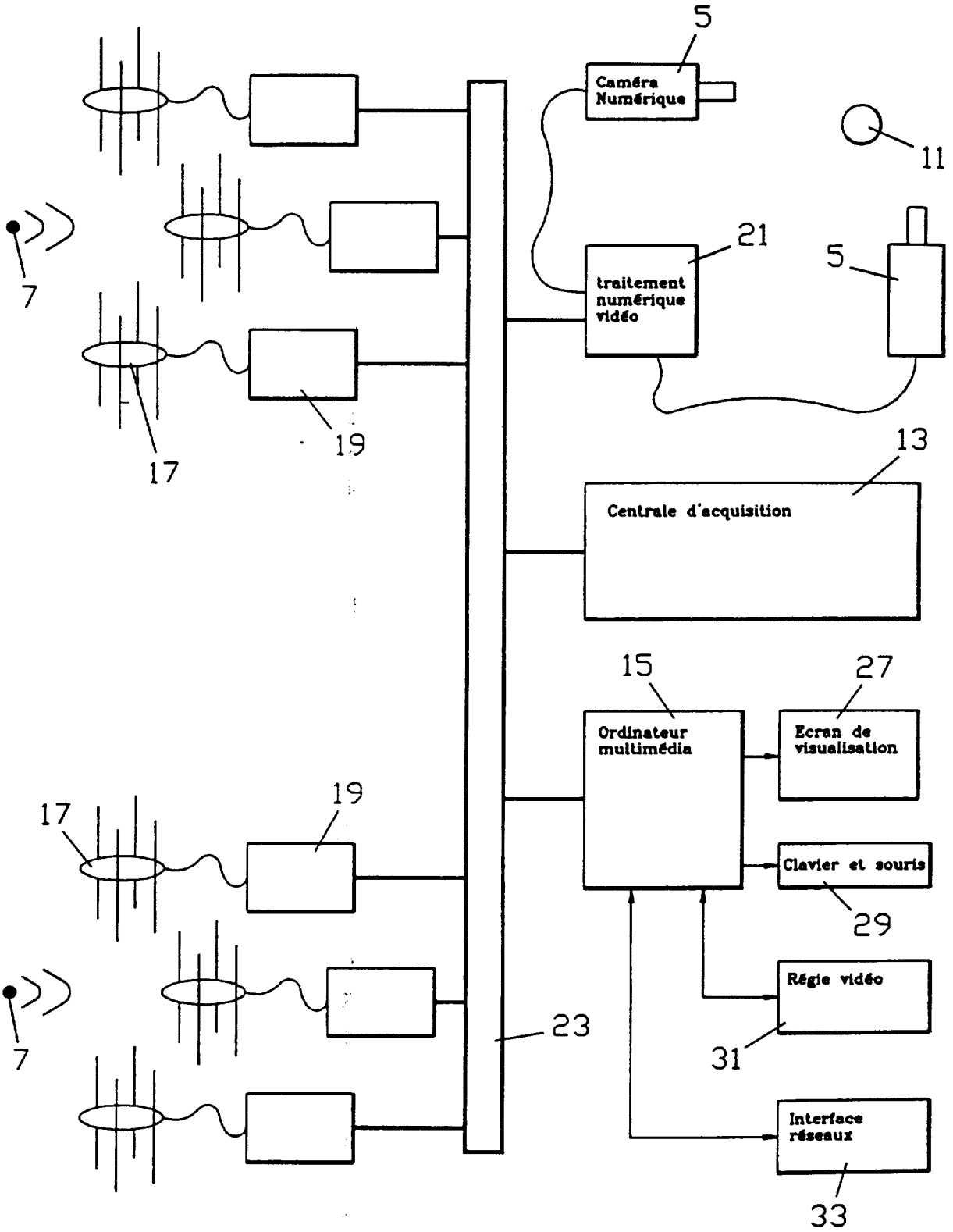

5
Caméra Numérique
11
21
traitement numérique vidéo
5
7
17
19
13
Centrale d'acquisition
15
27
Ordinateur multimédia
Ecran de visualisation
19
17
Clavier et souris
29
Régie vidéo
23
7
31
Interface réseaux
33

FIG.2

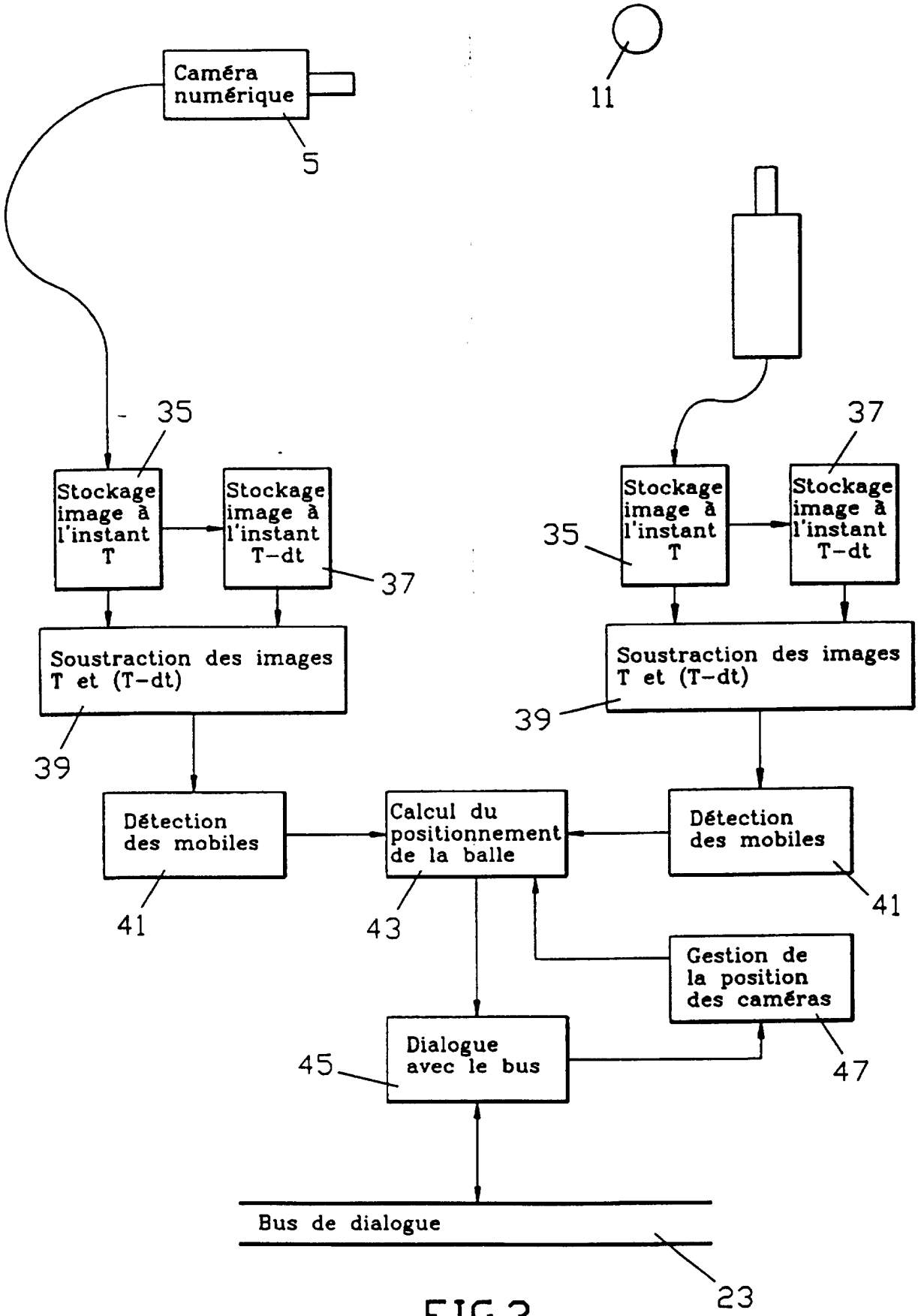

Caméra numérique
5
11
35
37
Stockage image à l'instant T
Stockage image à l'instant T-dt
Soustraction des images T et (T-dt)
39
Détection des mobiles
41
Calcul du positionnement de la balle
43
Gestion de la position des caméras
47
Dialogue avec le bus
45
Bus de dialogue
23

FIG.3

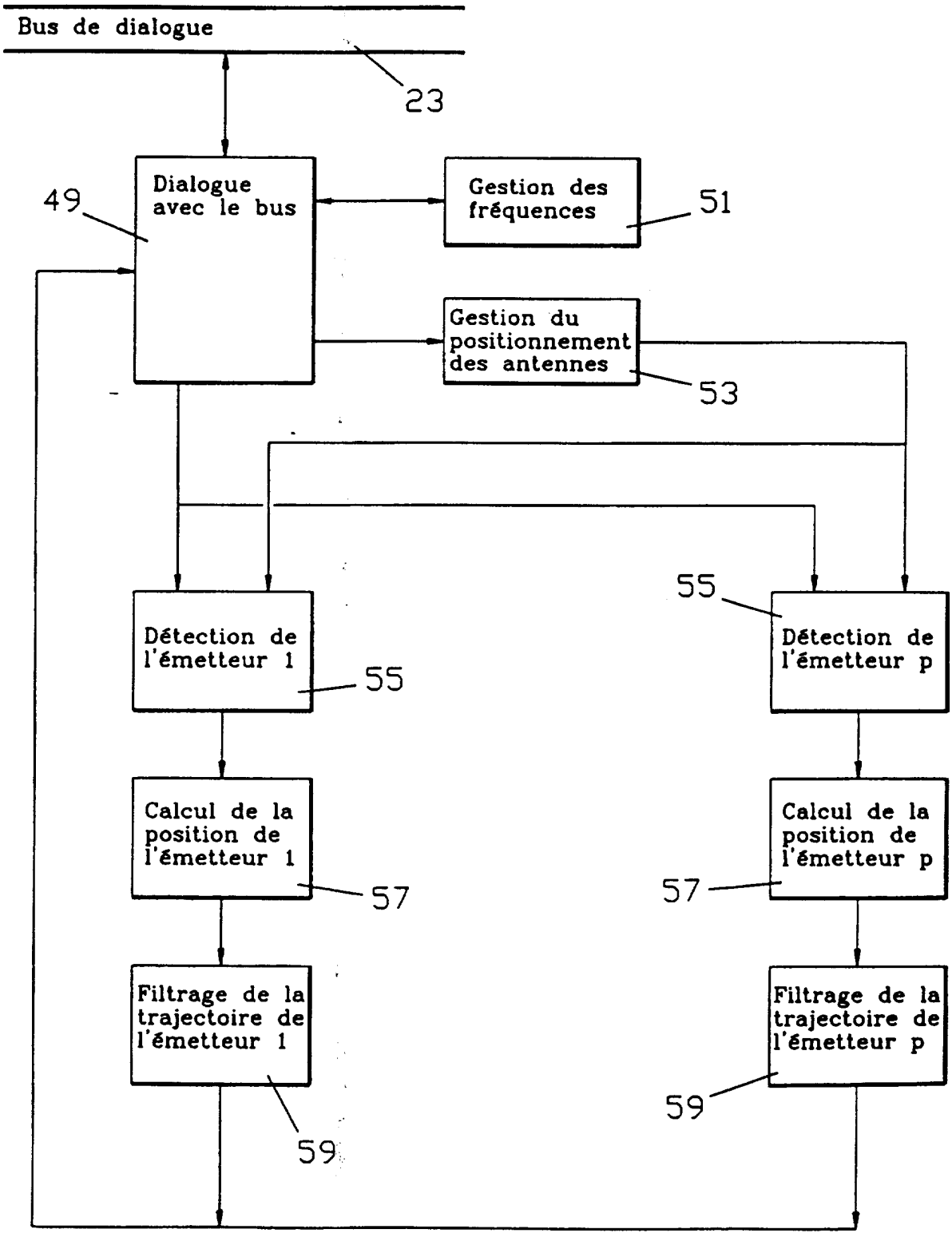

Bus de dialogue
23
Dialogue avec le bus
49
Gestion des fréquences
51
Gestion du positionnement des antennes
53
Détection de l'émetteur 1
55
Détection de l'émetteur p
55
Calcul de la position de l'émetteur 1
57
Calcul de la position de l'émetteur p
57
Filtrage de la trajectoire de l'émetteur 1
59
Filtrage de la trajectoire de l'émetteur p
59

FIG.4

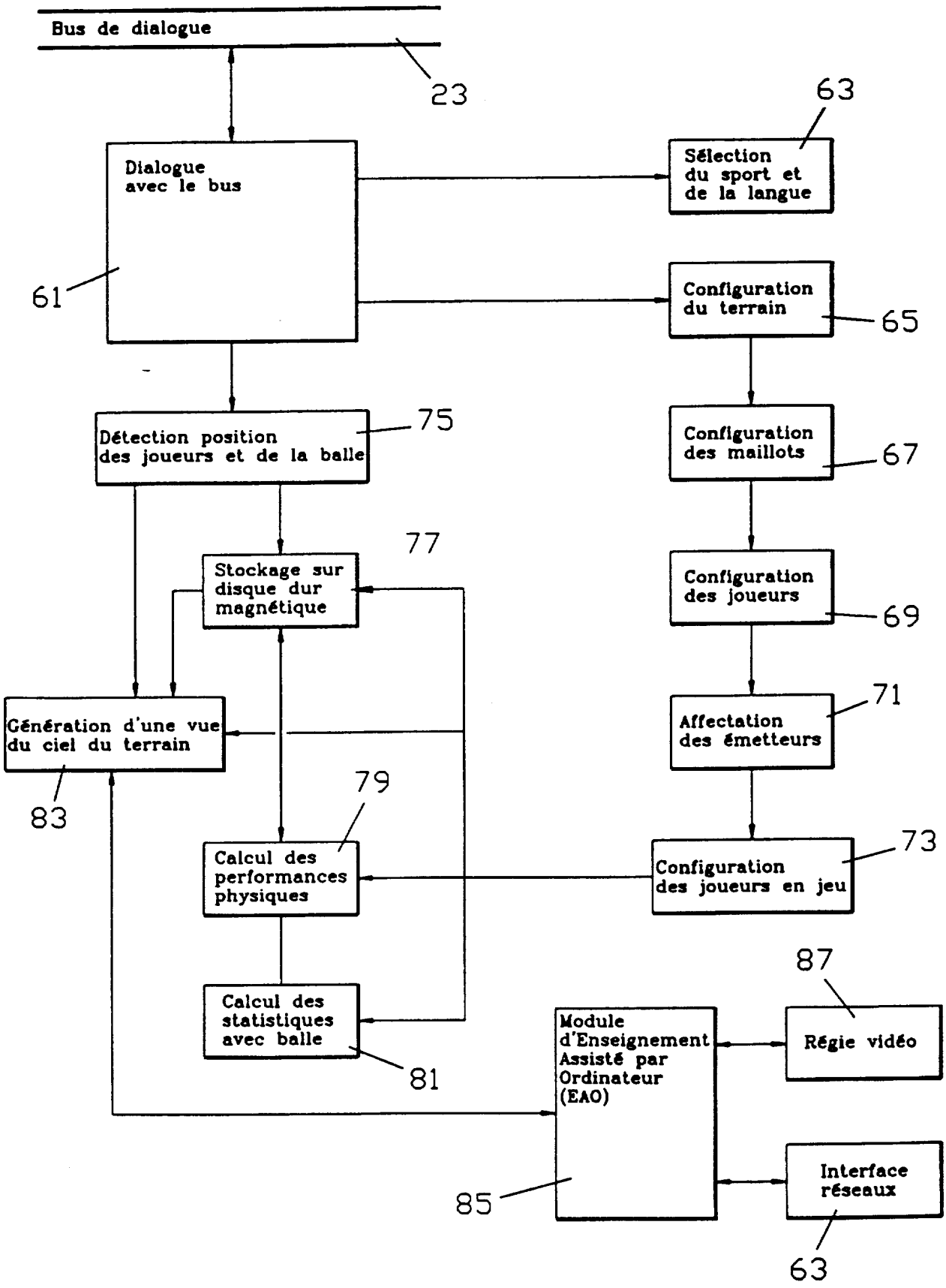

Bus de dialogue
23
Dialogue avec le bus
61
Détection position des joueurs et de la balle
75
Stockage sur disque dur magnétique
77
Génération d'une vue du ciel du terrain
83
Calcul des performances physiques
79
Calcul des statistiques avec balle
81
Sélection du sport et de la langue
63
Configuration du terrain
65
Configuration des maillots
67
Configuration des joueurs
69
Affectation des émetteurs
71
Configuration des joueurs en jeu
73
Module d'Enseignement Assisté par Ordinateur (EAO)
85
Régie vidéo
87
Interface réseaux
63

FIG.5

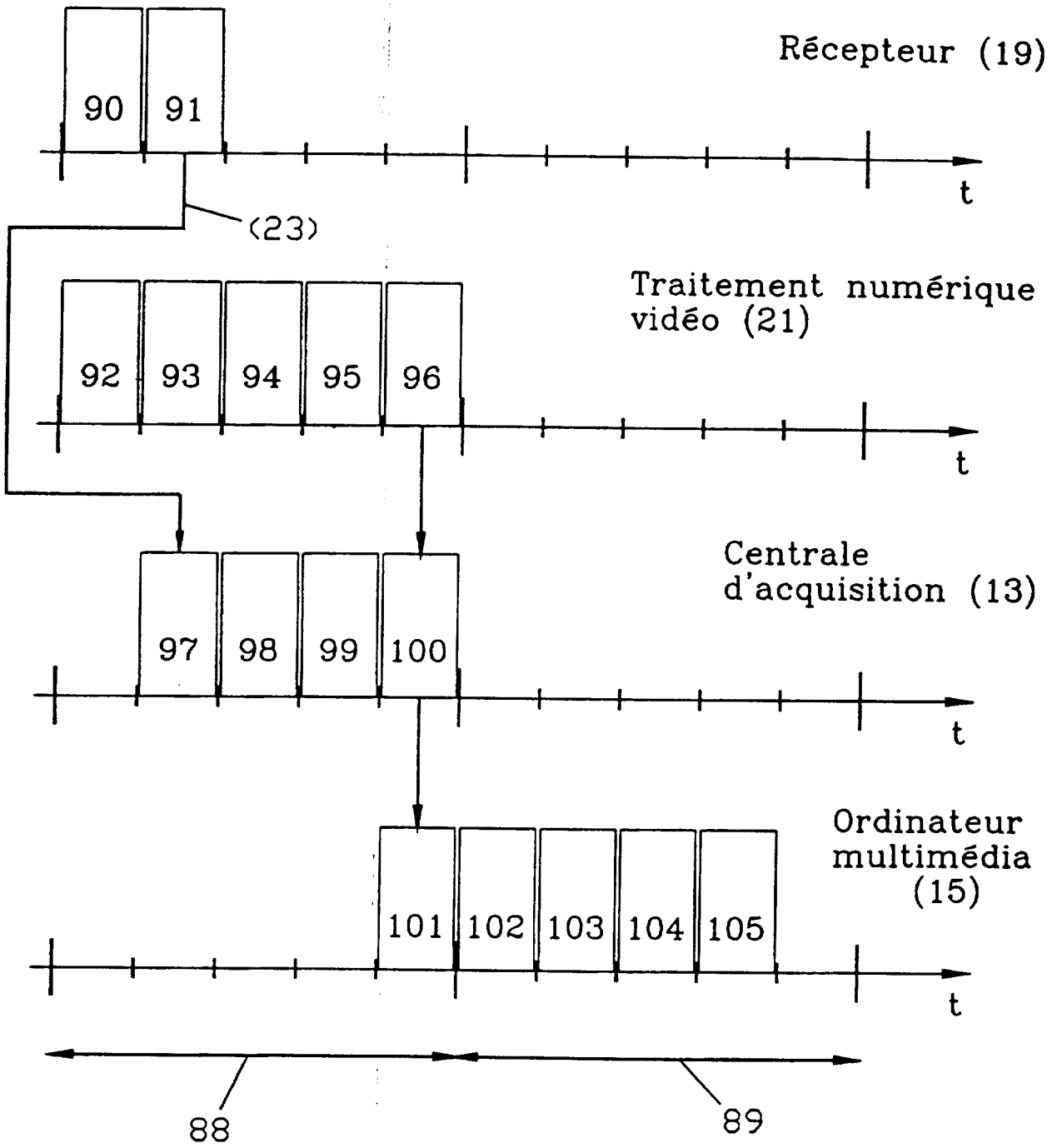

Récepteur (19)
90
91
t
(23)
Traitement numérique vidéo (21)
92
93
94
95
96
t
Centrale d'acquisition (13)
97
98
99
100
t
Ordinateur multimédia (15)
101
102
103
104
105
t
88
89

FIG.6

REPUBLIQUE FRANÇAISE

2710434

INSTITUT NATIONAL
de la
PROPRIETE INDUSTRIELLE

RAPPORT DE RECHERCHE PRELIMINAIRE

établi sur la base des dernières revendications déposées avant le commencement de la recherche

N° d'enregistrement national

FA 491699
FR 9311371

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendications concernées de la demande examinée
X	SMPTE JOURNAL vol. 96, no. 7 , Juillet 1987 , SCARSDALE, NY US pages 667 - 673 M. OKUI ET AL. 'Locus display of moving sports players' * le document en entier *	1
A	---	2-10
A	MESURES REGULATION AUTOMATISME vol. 53, no. 12 , 31 Octobre 1988 , PARIS FR pages 51 - 52 XP96749 JEAN-PIERRE VERNEY 'Vision artificielle :Analyse gestuelle;Des cartes pour suivre le mouvement' * le document en entier * -----	2,3,5-7, 9,10

DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (Int.Cl.5)

G06F
A63B

1

Date d'achèvement de la recherche	Examinateur
31 Mai 1994	Chateau, J-P

CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES

X : particulièrement pertinent à lui seul
Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie
A : pertinent à l'encontre d'au moins une revendication ou arrière-plan technologique général
O : divulgation non-écrite
P : document intercalaire

T : théorie ou principe à la base de l'invention
E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure.
D : cité dans la demande
L : cité pour d'autres raisons

& : membre de la même famille, document correspondant

EPO FORM 1503 03.82 (P04C13)

BAD ORIGINAL