

La présente invention se rapporte à un dispositif, à un système et à un procédé de codage d'images numériques, notamment pour simuler un déplacement dans une scène virtuelle à
5 trois dimensions.

De nombreuses applications, telles que des jeux vidéo, des ventes en ligne ou des simulations immobilières, requièrent la génération d'images numériques à deux dimensions affichées successivement sur un écran afin de simuler un déplacement dans
10 une scène virtuelle à trois dimensions pouvant correspondre, selon certains des exemples précédemment cités, à un magasin ou à un appartement.

En d'autres termes, les images à deux dimensions affichées sur l'écran varient en fonction des déplacements
15 souhaités par un utilisateur dans la scène virtuelle à trois dimensions, chaque nouvelle image affichée correspondant à un nouveau point de vue de la scène en accord avec le déplacement effectué.

Pour générer ces images à deux dimensions, il est
20 connu de coder l'ensemble des points de vue possible de la scène à trois dimensions, par exemple au moyen de polygones, chaque facette d'un polygone codant une partie de la scène selon un point de vue donné.

Lorsque l'utilisateur souhaite simuler un déplacement
25 dans la scène, l'image affichée est alors générée en choisissant la (ou les) facette(s) adéquate(s) des polygones représentant les parties de la scène concernées par le point de vue requis puis en projetant les images codées par cette (ou ces) facette(s) sur l'écran.

30 Un tel procédé présente l'inconvénient de requérir une carte graphique au niveau du dispositif utilisé pour générer les images car les opérations effectuées pour générer cette image sont nombreuses et complexes, ce qui augmente le coût et la complexité de ce procédé.

35 De plus, la quantité de données devant être stockée et

traitée pour générer une image est particulièrement importante puisqu'elle correspond à l'information nécessaire au codage d'une scène selon l'ensemble de ces points de vue possibles.

Par ailleurs, il est aussi connu de simuler un
5 déplacement dans une scène à deux dimensions au moyen d'images à deux dimensions, dénommées par la suite images sources, telles qu'une image source peut être utilisée pour générer diverses images affichées.

Pour cela, les dimensions d'une image source sont
10 supérieures à celles d'une image affichée de telle sorte que, en modifiant la zone de l'image source utilisée pour générer une image affichée et en appliquant éventuellement des transformations aux zones de l'image source considérées, on peut générer différentes images à deux dimensions.

Un exemple d'utilisation d'une image source est
15 représentée à la figure 1 où trois images I_{a1} , I_{a2} et I_{a3} sont générées à partir d'une unique image source I_s .

Une telle utilisation est mise en oeuvre dans la norme
20 MPEG-4 (Motion Picture Expert Group), comme décrit par exemple dans le document ISO/IEC JTC 1/SC 29/WG 11 N 2502, pages 189 à 195.

La présente invention résulte de la constatation que,
dans de nombreuses applications simulant un déplacement dans une scène ou environnement à trois dimensions, les déplacements
25 simulés sont effectués selon des trajectoires prédéfinies.

Par exemple, les déplacements accessibles à un
utilisateur dans le cadre d'une vente en ligne (respectivement d'un projet immobilier) sont limités aux rayons du magasin effectuant cette vente (respectivement limités aux pièces de
30 l'appartement ou de la maison concerné(e) par le projet immobilier).

C'est pourquoi, l'invention concerne un dispositif de
codage d'images à deux dimensions représentant des points de vue d'une scène virtuelle à trois dimensions, un déplacement dans
35 cette scène, simulé par l'affichage successif d'images, étant

limité selon des trajectoires prédéterminées, caractérisé en ce qu'il comprend des moyens pour coder une trajectoire à l'aide d'un graphe de nœuds successifs tels qu'à chaque nœud est associé au moins une image source à deux dimensions et une transformation de cette image source permettant de générer une image à afficher.

Grâce à l'invention, la simulation d'un déplacement dans une scène à trois dimensions s'effectue à l'aide d'images sources à deux dimensions sans qu'il soit nécessaire d'utiliser une carte graphique pour traiter des codages en trois dimensions.

Par conséquent, le codage et le traitement d'images selon l'invention sont moins coûteux et plus simples à mettre en oeuvre.

En outre, les bases de données requises pour générer les images sont moins importantes que lorsque des données à trois dimensions sont codées puisque le codage de l'image selon des points de vue qui ne sont pas accessibles à l'utilisateur n'est pas considéré.

Dans une réalisation, le dispositif comprend des moyens pour coder une image à afficher à l'aide d'un masque associé à une image source, par exemple un masque binaire, et/ou à l'aide de polygones, le masque identifiant pour chaque pixel de l'image à afficher l'image $I_{s,i}$ source à partir de laquelle il doit être construit.

Selon une réalisation, le dispositif comprend des moyens pour coder une liste relative aux images sources et aux transformations de ces images sources pour des nœuds successifs sous la forme d'un train binaire.

Dans une réalisation, le dispositif comprend des moyens pour ordonner dans la liste les images sources générant une image de la plus lointaine, c'est-à-dire générant une partie de l'image apparaissant comme la plus distante de l'utilisateur, à l'image source la plus proche, c'est-à-dire générant la partie de l'image apparaissant comme la plus proche de l'utilisateur.

Selon une réalisation, le dispositif comprend des moyens pour recevoir une commande déterminant un nœud à considérer parmi une pluralité de nœuds lorsque plusieurs trajectoires, définis par ces nœuds, sont possibles.

5 Selon une réalisation, le dispositif comprend des moyens pour générer les images sources selon un flux d'images vidéo de type MPEG-4.

Dans une réalisation, le dispositif comprend des moyens pour générer les images sources à partir d'un codage à 10 trois dimensions en projetant, à l'aide d'une relation homographique, affine et/ou linéaire, le codage à trois dimensions sur le plan de l'image à afficher.

Selon une réalisation, le dispositif comprend des moyens pour considérer les paramètres de la caméra simulant la 15 prise de vue.

Dans une réalisation, le dispositif comprend des moyens pour évaluer une erreur de projection du codage à trois dimensions de telle sorte que la projection linéaire (respectivement affine) est effectuée lorsque l'écart entre 20 cette projection et la projection affine (respectivement homographique) est inférieure à cette erreur.

Selon une réalisation, le dispositif comprend des moyens pour grouper les images sources générées en déterminant, pour chaque image source associée à une image à afficher, les 25 images sources adjacentes qui peuvent lui être intégrées en vérifiant si l'erreur engendrée en appliquant à ces images adjacentes les paramètres de l'image source est inférieure à un seuil sur tous les pixels concernés, ou bien sur un pourcentage minimum.

30 L'invention concerne aussi un système de simulation de déplacements dans une scène virtuelle à trois dimensions comprenant un dispositif d'affichage d'images, ce système comprenant un écran d'affichage et des moyens de commande permettant à un utilisateur de commander un déplacement selon 35 une trajectoire parmi une pluralité limitée de trajectoires

prédéfinies, ce système étant caractérisé en ce qu'il comprend un dispositif selon l'une des réalisations précédentes.

Dans une réalisation, le système comprend des moyens pour effectuer automatiquement l'occultation d'une partie d'une image source distante par rapport à l'utilisateur avec une autre image source plus proche.

Selon une réalisation, le système comprend des moyens pour générer un pixel de l'image à afficher de façon successive à partir de plusieurs images sources, chaque nouvelle valeur du pixel remplaçant les valeurs précédemment calculées.

Finalement, l'invention concerne aussi un procédé de simulation de déplacements dans une scène virtuelle à trois dimensions utilisant un dispositif d'affichage d'images, un écran d'affichage et des moyens de commande permettant à un utilisateur de commander un déplacement selon une trajectoire parmi une pluralité limitée de trajectoires prédéfinies, ce procédé étant caractérisé en ce qu'il comprend un dispositif selon l'une des réalisations précédentes.

D'autres caractéristiques et avantages de l'invention apparaîtront avec la description effectuée ci-dessous, à titre d'exemple non limitatif, de réalisations de l'invention faisant référence aux figures ci-jointes sur lesquelles :

La figure 1, déjà décrite, représente l'utilisation d'une image source pour générer des images à deux dimensions,

La figure 2 représente un système conforme à l'invention utilisant un réseau de télécommunication,

La figure 3 est un schéma du codage d'une scène virtuelle à trois dimensions selon l'invention,

Les figures 4 et 5 sont des schémas de transmissions de données dans un système conforme à l'invention, et

La figure 6 représente la génération d'une image à afficher dans un système conforme à l'invention utilisant la norme MPEG-4.

Un système 100 (figure 2) conforme à l'invention comprend un dispositif 104 de codage d'images à deux dimensions.

Les images codées représentent des points de vue d'une scène virtuelle à trois dimensions. De façon pratique, on considère dans cet exemple que cette scène correspond à un appartement comprenant plusieurs pièces.

5 Les déplacements dans cet appartement, simulés par l'affichage successif d'images, sont limités selon des trajectoires prédéterminées qui correspondent aux passages d'une première pièce à une seconde pièce voisine de la première.

10 En accord avec l'invention, le dispositif 104 comprend des moyens pour coder une trajectoire à l'aide d'un graphe de nœuds successifs, décrit en détail ultérieurement à l'aide de la figure 3, à chaque nœud du graphe étant associé au moins une image source à deux dimensions et une transformation de cette image pour générer une image à afficher.

15 Dans cette réalisation, plusieurs utilisateurs 106, 106' et 106'' utilisent le même dispositif 104 pour simuler divers déplacements, identiques ou distincts, dans cet appartement.

20 Pour cela, ce système 100 comprend des moyens 108, 108' et 108'' de commande permettant, à chaque utilisateur 106, 106' et 106'', de transmettre au dispositif 104 des commandes relatives aux déplacements que chaque utilisateur 106, 106' ou 106'' désire simuler dans l'appartement.

25 En réponse à ces commandes, les données transmises par le dispositif varient, comme décrit ultérieurement à l'aide de la figure 4, ces données étant transmises à des décodeurs 110, 110' et 110'' traitant les données pour générer chaque image à afficher.

30 Sur la figure 3 est représenté un graphe 300 conforme à l'invention codant trois trajectoires possibles à l'aide de nœuds $N_1, N_2, N_3, \dots, N_n$ successifs, chaque nœud N_i correspondant à une image à afficher, c'est-à-dire à un point de vue de la scène codée.

35 Pour cela, le graphe 300 est stocké dans le dispositif 104 de telle sorte qu'une ou plusieurs images sources I_s , à deux

dimensions, et des transformations $T_{s,i}$ propres à chaque image source sont associées à chaque nœud N_i .

Par la suite, lors des simulations des déplacements dans la scène à trois dimensions, le graphe 300 est utilisé pour
5 générer les images à afficher selon deux modes décrits ci-dessous:

- Selon un premier mode passif, la simulation du déplacement est effectuée avec une unique trajectoire possible dans la scène à trois dimensions. Un tel mode correspond, par
10 exemple, à la partie 302 du graphe 300 comprenant les nœuds N_1 jusqu'à N_6 .

Dans ce cas, l'utilisation de commandes 108 par l'utilisateur du dispositif permet la poursuite, l'arrêt ou le retour du déplacement simulé.

15 Lorsque le déplacement est poursuivi, les images sources I_s associées à un nœud N_i sont transmises de façon successive du dispositif 104 aux moyens de génération 110 afin que ces derniers forment les images à transmettre à l'écran 102.

Dans cette réalisation de l'invention, une image
20 source I_s n'est transmise que lorsqu'elle est nécessaire à la génération d'une image à afficher.

En outre, les images sources I_s transmises sont mémorisées par les décodeurs 110, 110' et 110" de façon à ce qu'elles puissent être utilisées à nouveau, c'est-à-dire pour
25 former une nouvelle image à afficher, sans requérir une nouvelle transmission.

Ainsi, la quantité de données transmises pour la simulation du déplacement dans la scène à trois dimensions est réduite.

30 Toutefois, lorsqu'une image source I_s n'est plus utilisée pour générer une image, cette image source I_s est supprimée des décodeurs et remplacée par une autre image source I_t utilisée ou plus récemment transmise.

- Selon un deuxième mode interactif, les moyens 108,
35 108' et 108" de commande et le dispositif 104 communiquent pour

choisir la simulation d'un déplacement parmi une pluralité de déplacements possibles. Ainsi, l'utilisateur choisit l'affichage d'un nouveau point de vue parmi un choix de plusieurs nouveaux points de vue possibles.

5 Une telle situation se produit lorsque le graphe 300 présente une pluralité de nœuds N_8 et N_{12} (respectivement N_{10} et N_{11}) successifs à un même nœud N_7 , antérieur (respectivement N_9).

De façon concrète, cela se produit lorsqu'un déplacement peut être effectué selon deux trajectoires
10 concurrentes à partir d'un même emplacement.

Dans ce cas, les décodeurs 110, 110' et 110" comprennent des moyens pour transmettre au codeur 104 une commande indiquant le choix d'une trajectoire

A cet effet, il convient de souligner que le graphe de
15 navigation a été préalablement transmis au récepteur qui contrôle ainsi les déplacements de l'utilisateur et envoie les requêtes nécessaires au serveur.

En mode de navigation passif ou interactif, une image source I_s est représentée sous la forme d'une image
20 rectangulaire, codant une texture, et d'un ou plusieurs masques binaires indiquant les pixels de cette image source I_s qu'il faut considérer pour former l'image à afficher.

Un polygone décrit par une liste ordonnée de ses sommets, définis par leur coordonnées à deux dimensions dans
25 l'image de la texture, peut être utilisé au lieu du masque binaire.

En outre, un polygone décrivant la partie utile de l'image source peut être utilisé pour déterminer la zone de l'image à afficher que l'image source va permettre de
30 reconstituer. On limite ainsi la reconstruction de l'image à afficher à partir de cette image source à la zone ainsi identifiée.

Lorsqu'une image source I_s devant être utilisée par un décodeur 110, 110' ou 110" n'est pas stockée par ce dernier, sa
35 texture et sa forme sont transmises par le codeur tandis que,

pour les points de vue suivants utilisant cette image source, seules sont transmises sa forme et sa transformation.

Ainsi, on limite la quantité de données transmises entre le codeur 104 et les décodeurs 110, 110' et 110".

5 De fait, pour chaque image à afficher, indiquée par i , le codeur 104 transmet une liste des images sources I_s nécessaires à la construction de cette image, par exemple sous la forme de numéros s de référence identifiant chaque image source I_s .

10 En outre, cette liste comprend la transformation $T_{s,i}$ géométrique associée à chaque image source I_s pour l'image à afficher i .

Cette liste peut être ordonnée de l'image source la plus lointaine, c'est-à-dire générant une partie de l'image
15 apparaissant comme la plus distante de l'utilisateur, à l'image source la plus proche, c'est-à-dire générant la partie de l'image apparaissant comme la plus proche de l'utilisateur, de façon à effectuer automatiquement l'occultation d'une partie d'une image source distante par une autre image source proche.

20 Selon une variante de l'invention, un masque binaire est transmis pour chaque image à afficher, ce masque identifiant pour chaque pixel de l'image à afficher l'image I_s source à partir de laquelle il doit être construit.

En résumé, pour permettre la génération d'une image à
25 afficher, on effectue les opérations suivantes :

- Dans un premier temps, on identifie les images I_s sources associées à une image à afficher au moyen de la liste transmise lorsque l'utilisateur désire se déplacer à un point de vue donné.

30 - Dans un deuxième temps, pour chaque image source I_s , on projette le polygone convexe sur l'image à afficher de façon à réduire la zone de l'image à balayer au cours de la reconstruction en partant de l'image source la plus lointaine et en allant vers l'image source la plus proche.

35 - Dans un troisième temps, pour chaque pixel de

l'image à afficher appartenant à la zone identifiée, on applique la transformation géométrique $T_{s,i}$ pour déterminer l'adresse du pixel correspondant dans l'image source I_s .

5 Dans ce mode de réalisation, on détermine l'appartenance d'un pixel à une image I_s source si ce pixel est entouré par quatre autres pixels appartenant à cette image source, cette caractéristique étant déterminé à partir d'informations fournies par le masque.

10 Dans ce cas, les valeurs de luminance et de chrominance d'un pixel sont calculées par interpolation bilinéaire au moyen de ces points environnants.

Un pixel de l'image à afficher peut être reconstruit de façon successive à partir de plusieurs images sources, chaque nouvelle valeur du pixel remplaçant les valeurs précédemment
15 calculées.

Selon une variante de l'invention, où les images sources sont classées de l'image la plus proche vers la plus lointaine, chaque pixel peut être construit l'un après l'autre en considérant l'ensemble des images sources identifiées dans la
20 liste transmise pour la construction du point de vue associé au nœud dans lequel est situé l'utilisateur.

Dans ce cas, la construction d'un pixel s'arrête lorsqu'il a pu être interpolé à partir d'une image source.

25 Dans une autre variante, il est possible de reconstruire l'image à partir de chaque image source, en considérant une image source après l'autre, et en construisant un pixel sauf s'il a déjà été construit à partir d'une image source plus proche.

30 Finalement, si, selon la troisième variante précédemment mentionnée, un masque binaire a été transmis avec la transformation associée à un point de vue, les étapes 1 et 2 précédemment mentionnées sont supprimées.

Dans la suite de la description, on décrit une application du procédé particulièrement adaptée à la norme MPEG4
35 selon laquelle un point de vue est simulé à l'aide de vidéos

obtenus au moyens d'images sources.

Pour cela, ces vidéos sont combinées, suivant un ordre d'utilisation, dans l'écran d'affichage conformément aux indications fournies par le nœud considéré.

5 Un tel procédé permet de transmettre progressivement la texture d'une image source comme décrit précisément dans la norme MPEG-4 vidéo (cf. partie 7.8 du document ISO/IEC JTC 1/SC 29/WG 11 N 2502, pages 189 à 195).

10 La transmission des données relatives à chaque image affichée est alors effectuée au moyen de trains binaires 400 (figure 4) successifs dans lesquels on transmet le codage d'une image en transmettant des groupes d'informations comprenant des indications 404 ou 404' relatives à une image source, telles que sa texture, et des indications 406 ou 406' relatives aux
15 transformations $T_{i,s}$ devant être appliquées à l'image source associée pour générer l'image à afficher.

Une telle transmission est utilisée par le décodeur pour générer une partie d'une image à afficher comme décrit à l'aide de la figure 5.

20 Sur cette figure 5 sont représentés différents trains binaires 502, 504, 506 et 508 permettant de générer les différentes parties d'une image 500 à afficher en combinant les différentes images 500₂, 500₄, 500₆ et 500₈ au niveau des moyens 510 d'affichage.

25 Finalement, sur la figure 6 est représentée l'application du procédé de génération d'image décrit à l'aide de la figure 5 dans le cadre d'une séquence vidéo telle qu'une série d'images 608, simulant un déplacement, doit être générée.

30 Pour cela, les différentes parties transmises par des trains binaires 600, 602, 604 et 606 permettant de générer une image à afficher 608 sont représentées à divers instants successifs t_0 , t_1 , t_2 et t_3 .

35 Il apparaît ainsi que, en modifiant la nature des images codées par les différents trains 600, 602, 604 et 606, on modifie l'image à afficher 6008 de façon à simuler un

déplacement.

Comme précédemment décrit, l'invention permet de simuler un déplacement dans une scène, ou un environnement, à trois dimensions en considérant uniquement des données à deux dimensions permettant ainsi la représentation à deux dimensions d'une navigation dans un environnement à trois dimensions d'une façon simple.

Toutefois, lorsque l'environnement disponible est codé au moyen d'outils à trois dimensions, il est nécessaire de transformer ce codage à trois dimensions en un codage à deux dimensions pour pouvoir utiliser le système décrit ci-dessus.

C'est pourquoi, on décrit ci-dessous un procédé pour synthétiser un ensemble d'images sources I_s , le plus petit possible, pour associer une liste d'images, la plus petite possible à chaque point de vue des trajectoires retenues, et pour définir la transformation $T_{s,i}$ la plus simple possible qui doit être associée à des images sources pour générer le point de vue.

La prédétermination des trajectoires de navigation permet la constitution de cette représentation à deux dimensions. Cette simplification pourra se faire au prix d'une perte de qualité des images reconstruites qu'il est nécessaire de pouvoir contrôler.

Pour effectuer cette transformation de représentation à trois dimensions en une représentation à deux dimensions, on utilise la connaissance des trajectoires prédéterminées dans la scène à trois dimensions et des paramètres tels que les caractéristiques de la caméra, notamment son orientation et son optique, à travers laquelle est simulée la perception de la scène, et on détermine les points de vue pouvant être requis par l'utilisateur.

Dans cet exemple de transformation de codage à trois dimensions en codage à deux dimensions, on considère que ce codage à trois dimensions utilise N facettes planaires correspondant à N textures.

Chaque facette f est définie par un jeu de paramètres à trois dimensions (X, Y, Z) constitué des coordonnées des sommets de chaque facette ainsi que des coordonnées à deux dimensions de ces sommets dans l'image de texture.

5 Par ailleurs, on utilise aussi des paramètres décrivant la position, l'orientation et les paramètres optiques de l'utilisateur dans la scène à trois dimensions.

Pour chaque point de vue des trajectoires prédéterminées, on détermine les facettes nécessaires à la reconstruction de l'image associée par projection perspective connue utilisant les coordonnées des sommets de facettes et les paramètres mentionnés ci-dessus.

10 Finalement, on détermine les informations nécessaires à la reconstruction des images correspondant à ces points de vue : les images de texture (qui étaient associées aux facettes sélectionnées) et pour chacune d'elle la transformation permettant de passer des coordonnées de l'image à reconstruire aux coordonnées de l'image de texture.

20 Cette transformation est décrite par une équation projective planaire à deux dimensions, connue, également appelée homographique, et définie à l'aide d'une relation telle que :

$$u_2 = \frac{p_{11}.u_1 + p_{12}.v_1 + p_{13}}{p_{31}.u_1 + p_{32}.v_1 + p_{33}}$$

$$v_2 = \frac{p_{21}.u_1 + p_{22}.v_1 + p_{23}}{p_{31}.u_1 + p_{32}.v_1 + p_{33}}$$

25 où les coefficients p_{ij} résultent d'une combinaison connue des paramètres décrivant le plan de la facette et des paramètres du point de vue.

Une telle transformation $T_{s,i}$ s'effectue donc par un simple calcul qui permet de s'affranchir de carte graphique 3D (à trois dimensions).

30 Il convient de noter que $T_{s,i}$ est décrite par 8 paramètres p_{ij} ($p_{33}=1$) qui relie les coordonnées des pixels dans

l'image source I_s et dans l'image à afficher.

Par ailleurs, la liste des facettes nécessaires à la reconstruction d'un point de vue étant ainsi prédéterminée, il est possible d'établir une liste d'images sources nécessaires pour générer une image, la transformation homographique propre à chaque image source étant associée à cette dernière.

Pour réduire encore la complexité de la représentation à deux dimensions et donc la complexité de la synthèse des images au cours de la navigation, il est possible de simplifier la transformation homographique en une transformation affine ou linéaire lorsque la qualité de l'image résultante est acceptable.

Tel est le cas, par exemple, lorsqu'une facette est parallèle au plan de l'image ou que la variation de distance des sommets de la facette est faible devant la distance à la caméra.

Dans le cas d'une projection affine, on peut utiliser une relation telle que :

$$\begin{aligned} u_2 &= p_{11} \cdot u_1 + p_{12} \cdot v_1 + p_{13} \\ v_2 &= p_{21} \cdot u_1 + p_{22} \cdot v_1 + p_{23} \end{aligned}$$

20

Tandis que dans le cas d'une projection linéaire, on peut utiliser une relation telle que :

$$\begin{aligned} u_2 &= p_{11} \cdot u_1 + p_{13} \\ v_2 &= p_{22} \cdot v_1 + p_{23} \end{aligned}$$

25

En résumé, la construction d'une image source à partir d'un modèle à trois dimensions peut s'effectuer de la façon suivante :

- Pour chaque point de vue de la trajectoire, on projette les facettes du modèle à trois dimensions selon le point de vue considéré afin de constituer la liste des facettes nécessaires à sa reconstruction.

30

- Pour chaque facette identifiée, on calcule la transformation homographique qui permet de reconstruire la région de l'image concernée à partir de la texture de la facette. Cette transformation, constituée de huit paramètres, est suffisante pour effectuer la reconstruction car elle permet de calculer pour chaque pixel de l'image à reconstruire son adresse dans l'image texture correspondante.

La description de la facette se réduit alors aux coordonnées 2D dans l'image texture, et la facette devient une image source.

-Il est possible de vérifier ensuite si le modèle homographique peut être réduit à un modèle affine, en vérifiant que l'erreur de projection 2D sur l'image texture ΔE engendrée par la mise à 0 de p_{31} et p_{32} est inférieure à un seuil ψ sur tous les pixels concernés, ou bien sur un pourcentage minimum.

-Il est également possible de vérifier si le modèle affine peut être réduit à un modèle linéaire, en vérifiant que l'erreur de projection 2D sur l'image texture ΔE engendrée par la mise à 0 supplémentaire de p_{12} et p_{22} est inférieure à un seuil ψ sur tous les pixels concernés, ou bien sur un pourcentage minimum.

Un numéro d'identification s est associé à l'image source générée ainsi qu'une transformation géométrique $T_{s,i}$ propre à la génération d'une image affichée à travers cette transformation.

Pour réduire encore la complexité de la représentation et accélérer l'affichage d'une scène, il est intéressant de limiter le nombre d'images sources à considérer. A cet effet, on peut regrouper plusieurs facettes dans la génération d'une image source.

En effet, des facettes adjacentes et non-coplanaires peuvent par exemple être fusionnées en une seule facette sans perte importante de qualité dès lors qu'elles sont distantes du point de vue ou qu'elles sont observées d'une position unique

(avec par exemple un mouvement de caméra virtuelle de type panoramique).

Une telle application peut être effectuée en considérant les opérations suivantes :

5 - Pour chaque image source I_s de la liste associée à une image à afficher, on détermine chaque image source $I_{s'}$ de la liste et adjacente à I_s qui peut lui être intégrée en vérifiant si l'erreur de projection à deux dimensions $\Delta E_s(s')$ engendrée en appliquant à $I_{s'}$ les paramètres de l'image source I_s est
10 inférieure à un seuil sur tous les pixels concernés, ou bien sur un pourcentage minimum.

On obtient ainsi l'ensemble des groupements possibles entre des images sources adjacentes et les coûts d'intégration correspondant.

15 - Puis les images sources sont groupées afin de minimiser leur nombre sous la contrainte d'erreur ΔE_s minimale et inférieure à un seuil.

Le groupement d'images sources est itéré jusqu'à ce qu'il n'y ait plus de regroupement permis, l'ensemble d'images
20 sources obtenues pouvant alors être considéré pour la génération de cette image à afficher.

Lorsque l'image suivante est considérée, on prend en compte, dans un premier temps les images sources $I_s(i)$ qui sont présentes dans l'image antérieure à afficher ainsi que les
25 groupements éventuels analogues à ceux effectués dans l'image antérieure.

Puis le traitement précédemment décrit est itéré sur le nouveau groupe d'images sources.

30 A l'aide du seuil d'erreur sur ΔE , il est possible de déterminer si ces groupements doivent être effectués ou pas.

REVENDICATIONS

1. Dispositif (104) de codage d'images à deux dimensions représentant des points de vue d'une scène virtuelle à trois dimensions, un déplacement dans cette scène, simulé par l'affichage successif d'images, étant limité selon des trajectoires prédéterminées, caractérisé en ce qu'il comprend des moyens pour coder une trajectoire à l'aide d'un graphe (300) de nœuds (N_i) successifs tels qu'à chaque nœud (N_i) est associé au moins une image source (I_s) à deux dimensions et une transformation ($T_{i,s}$) de cette image.
5
2. Dispositif selon la revendication 1 caractérisé en ce qu'il comprend des moyens pour coder une image à afficher à l'aide d'un masque associé à une image source, par exemple un masque binaire, et/ou à l'aide de polygones, le masque identifiant pour chaque pixel de l'image à afficher l'image (I_s) source à partir de laquelle il doit être construit.
10
15
3. Dispositif selon la revendication 2 caractérisé en ce qu'il comprend des moyens pour coder une liste relative aux images sources (I_s) et aux transformations ($T_{i,s}$) de ces images sources (I_s) pour des nœuds successifs sous la forme d'un train binaire (400).
20
4. Dispositif selon la revendication 3 caractérisé en ce qu'il comprend des moyens pour ordonner dans la liste les images sources (I_s) générant une image de la plus lointaine, c'est-à-dire générant une partie de l'image apparaissant comme la plus distante de l'utilisateur, à l'image source (I_s) la plus proche, c'est-à-dire générant la partie de l'image apparaissant comme la plus proche de l'utilisateur.
25
5. Dispositif selon l'une des revendications précédentes caractérisé en ce qu'il comprend des moyens pour recevoir une commande déterminant un nœud (N_i) à considérer parmi une pluralité de nœuds (N_i) lorsque plusieurs trajectoires, définis par ces nœuds, sont possibles.
30
6. Dispositif selon l'une des revendications précédentes caractérisé en ce qu'il comprend des moyens pour

généraliser les images sources (I_s) selon un flux d'images vidéo de type MPEG-4.

7. Dispositif selon l'une des revendications précédentes caractérisé en ce qu'il comprend des moyens pour
5 généraliser les images sources (I_s) à partir d'un codage à trois dimensions en projetant, à l'aide d'une relation homographique, affine et/ou linéaire, le codage à trois dimensions sur le plan de l'image à afficher.

8. Dispositif selon la revendication 7 caractérisé en
10 ce qu'il comprend des moyens pour considérer les paramètres de la caméra simulant la prise de vue.

9. Dispositif selon la revendication 7 ou 8 caractérisé en ce qu'il comprend des moyens pour évaluer une
15 erreur (ΔE) de projection du codage à trois dimensions de telle sorte que la projection linéaire (respectivement affine) est effectuée lorsque l'écart entre cette projection et la projection affine (respectivement homographique) est inférieure à cette erreur (ΔE).

10. Dispositif selon l'une des revendications 7, 8 ou
20 9 caractérisé en ce qu'il comprend des moyens pour grouper les images sources générées en déterminant, pour chaque image source (I_s) associée à une image à afficher, les images sources ($I_{s,i-1}$; $I_{s,i+1}$) adjacentes qui peuvent lui être intégrées en vérifiant si l'erreur (ΔE_i) engendrée en appliquant à ces images adjacentes
25 les paramètres de l'image source (I_s) est inférieure à un seuil sur tous les pixels concernés, ou bien sur un pourcentage minimum.

11. Système de simulation de déplacements dans une scène virtuelle à trois dimensions comprenant un dispositif
30 d'affichage d'images, ce système comprenant un écran d'affichage (102) et des moyens de commande (108) permettant à un utilisateur de commander un déplacement selon une trajectoire parmi une pluralité limitée de trajectoires prédéfinies, caractérisé en ce qu'il comprend un dispositif (104) selon l'une
35 des revendications précédentes.

12. Système selon la revendication 11 caractérisé en ce qu'il comprend des moyens pour effectuer automatiquement l'occultation d'une partie d'une image source distante par rapport à l'utilisateur avec une autre image source plus proche.

5 13. Système selon la revendication 11 ou 12 caractérisé en ce qu'il comprend des moyens pour générer un pixel de l'image à afficher de façon successive à partir de plusieurs images sources, chaque nouvelle valeur du pixel remplaçant les valeurs précédemment calculées.

10 14. Procédé de simulation de déplacements dans une scène virtuelle à trois dimensions utilisant un dispositif (104) d'affichage d'images, un écran d'affichage (102) et des moyens de commande (108) permettant à un utilisateur de commander un déplacement selon une trajectoire parmi une pluralité limitée de
15 trajectoires prédéfinies, caractérisé en ce qu'il comprend un dispositif selon l'une des revendications 1 à 10.

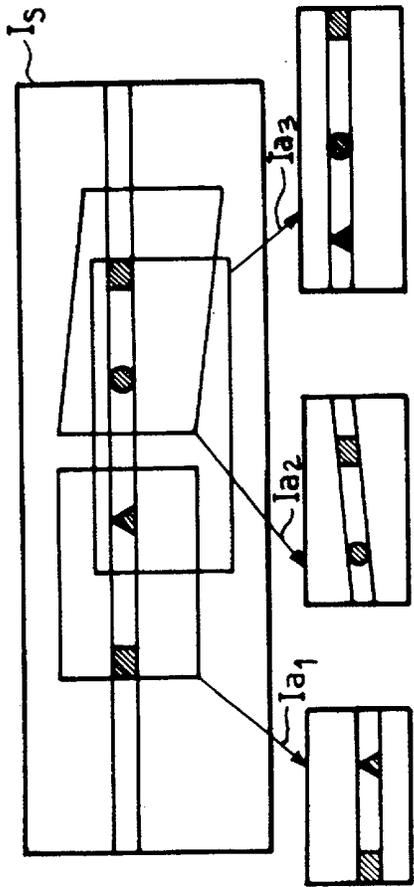
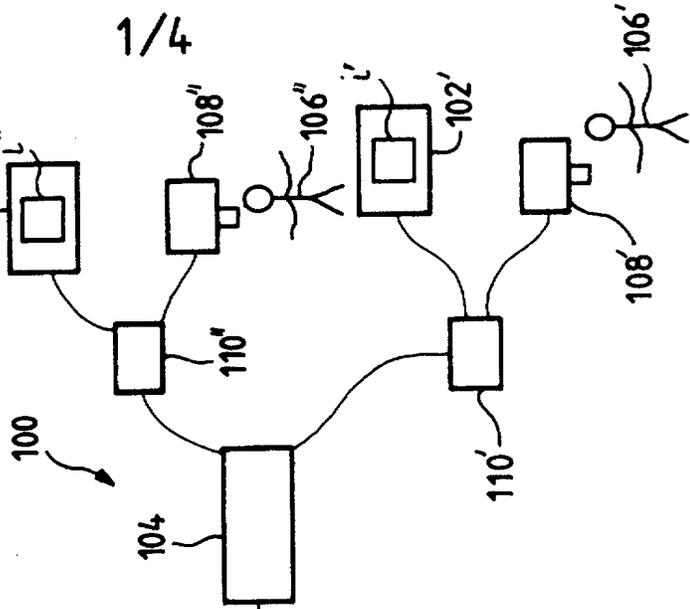
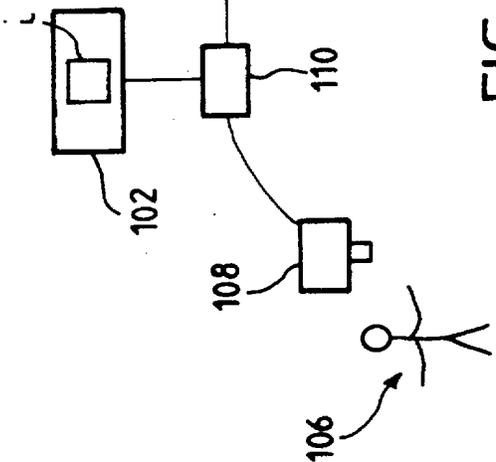


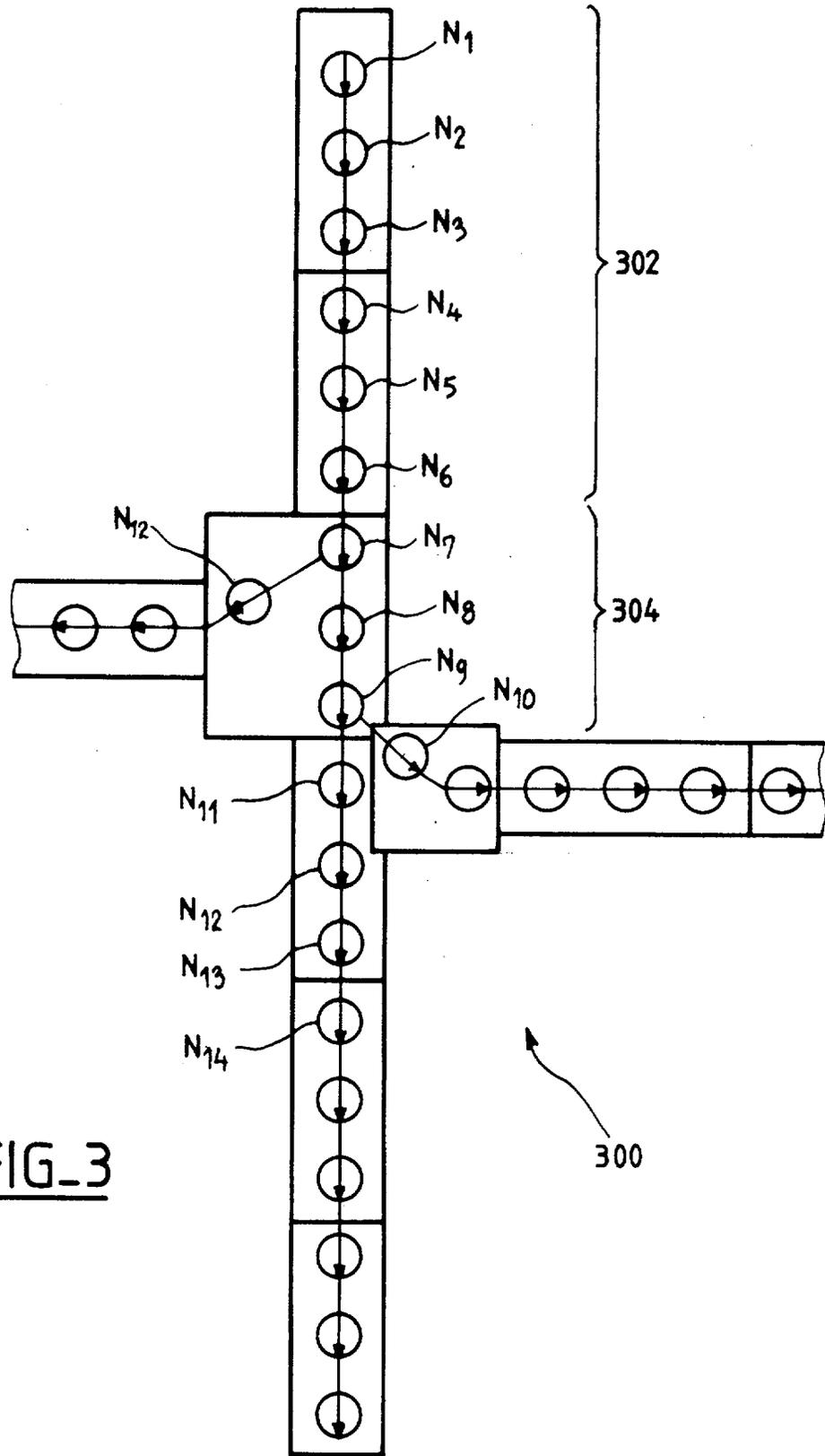
FIG-1



1/4

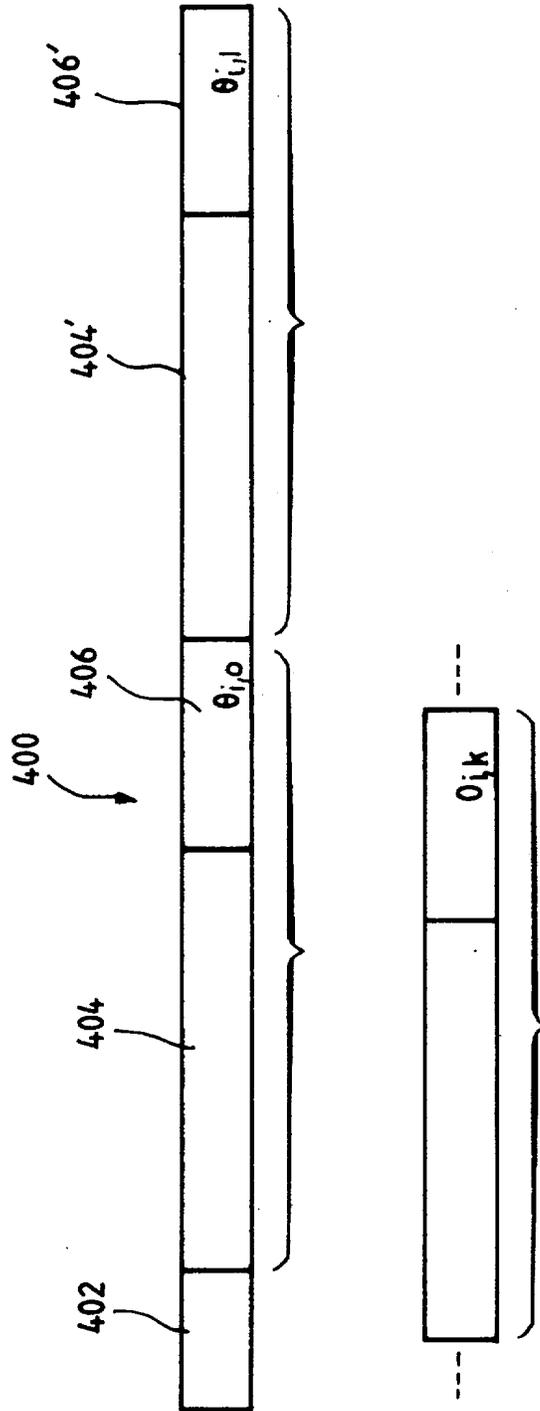
FIG-2

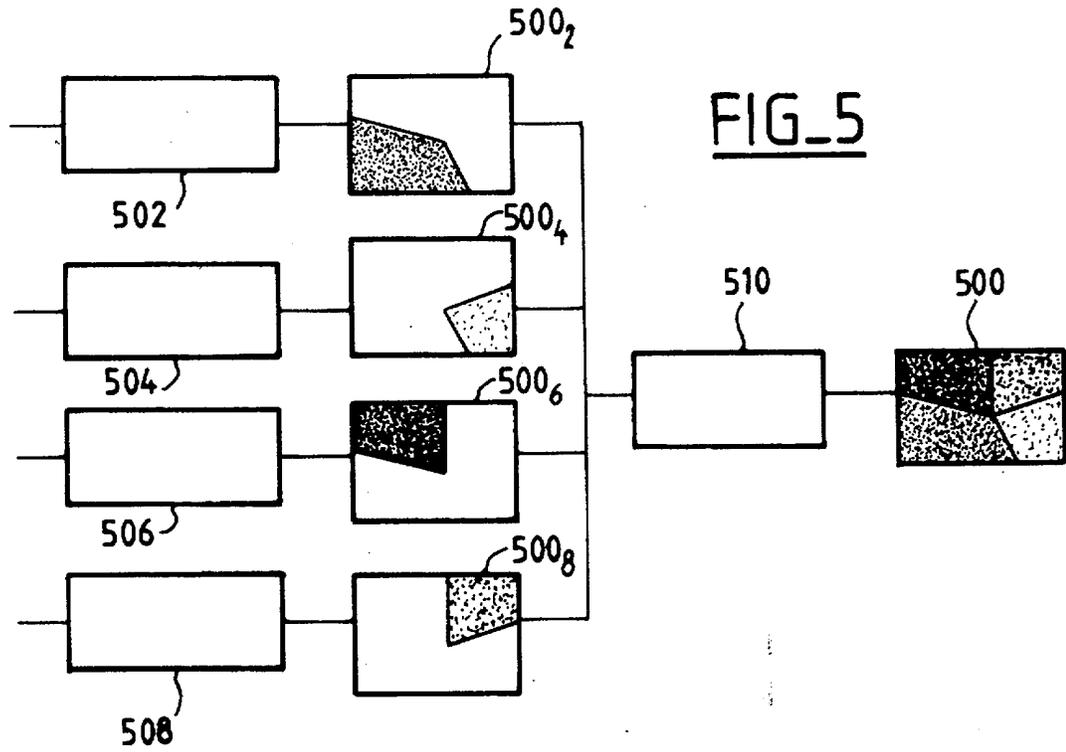




FIG_3

FIG-4





FIG_6

