

(12) DEMANDE INTERNATIONALE PUBLIÉE EN VERTU DU TRAITÉ DE COOPÉRATION EN MATIÈRE DE BREVETS (PCT)

(19) Organisation Mondiale de la
Propriété Intellectuelle
Bureau international

(43) Date de la publication internationale
22 avril 2021 (22.04.2021)



(10) Numéro de publication internationale
WO 2021/074530 A1

(51) Classification internationale des brevets :
G06F 3/01 (2006.01)

(21) Numéro de la demande internationale :
PCT/FR2020/051825

(22) Date de dépôt international :
14 octobre 2020 (14.10.2020)

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :
FR1911636 17 octobre 2019 (17.10.2019) FR

(71) Déposants : SORBONNE UNIVERSITE [FR/FR] ; 21
rue de l'Ecole de Médecine, 75006 PARIS (FR). CENTRE

NATIONAL DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
(CNRS) [FR/FR] ; 3, rue Michel Ange, 75016 PARIS (FR).

(72) Inventeurs : BAILLY, Gilles ; 7 villa Gustave-Edouard,
94110 ARCUEIL (FR). BOUZBIB, Elodie ; 29 Rue Ri-
chard Lenoir, 75011 PARIS (FR). HALIYO, Sinan ; 119
Rue de Montreuil, 75011 PARIS (FR).

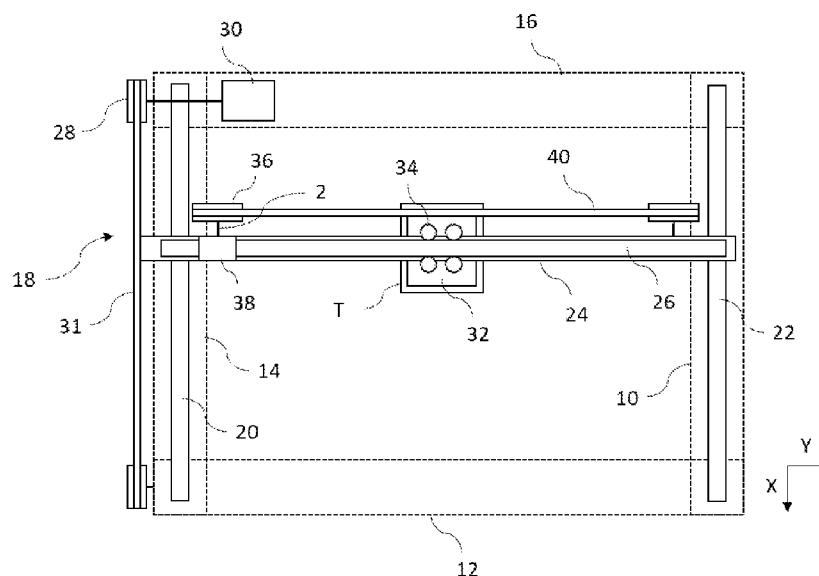
(74) Mandataire : REGIMBEAU ; 20, rue de Chazelles, 75847
PARIS CEDEX 17 (FR).

(81) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre de
protection nationale disponible) : AE, AG, AL, AM, AO,
AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA,
CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ,
EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR,
HU, ID, IL, IN, IR, IS, IT, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP,
KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME,

(54) Title: SYSTEM FOR IMPROVED INTERACTION IN A VIRTUAL WORLD

(54) Titre : SYSTÈME D'INTERACTION AMÉLIORÉE DANS UN MONDE VIRTUEL

Fig. 4



(57) Abstract: A system for interaction between a user and a virtual environment containing an avatar of the user and a virtual object, comprising: a virtual reality headset (44) suitable for being worn by the user and displaying a view of the virtual environment; a movement tracking device (46) configured to track movements of the user and to vary the view of the virtual environment according to the movements; a robot (18) for moving a target object (T) according to the movements of the user into a position allowing the user to touch the target object (T) as the avatar touches the virtual object; a platform (1) that can be fixed with respect to a floor, the target object (T) being mounted movably on the platform (1), and in that the robot (18) moves the object with respect to the platform (1) into a destination position, when the platform (1) is fixed with respect to the floor.

[Suite sur la page suivante]

MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ,
OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA,
SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR,
TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

(84) États désignés (*sauf indication contraire, pour tout titre de protection régionale disponible*) : ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasién (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), européen (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Publiée:

— avec rapport de recherche internationale (Art. 21(3))

(57) Abrégé : Système d'interaction entre un utilisateur et un environnement virtuel contenant un avatar de l'utilisateur et un objet virtuel, comprenant : un casque de réalité virtuelle (44) propre à être porté par l'utilisateur et afficher une vue de l'environnement virtuel; un dispositif de suivi de mouvement (46) configuré pour suivre des mouvements de l'utilisateur et faire varier la vue de l'environnement virtuel en fonction des mouvements; un robot (18) pour déplacer un objet cible (T) en fonction des mouvements de l'utilisateur dans une position adaptée pour que l'utilisateur touche l'objet cible (T) pendant que l'avatar touche l'objet virtuel; une plateforme (1) fixable par rapport à un sol, l'objet cible (T) étant monté mobile à la plateforme (1), et en ce que le robot (18) déplace l'objet par rapport à la plateforme (1) dans la position de destination, lorsque la plateforme (1) est fixe par rapport au sol.

DESCRIPTION**TITRE** : système d'interaction améliorée dans un monde virtuel**DOMAINE DE L'INVENTION**

La présente invention concerne un système d'interaction améliorée dans un monde virtuel. La présente invention concerne plus particulièrement une interaction entre un utilisateur et un monde virtuel, au moyen d'un élément mobile présent dans le système selon l'invention, apte à conférer à l'utilisateur des sensations accrues du monde virtuel dans lequel il évolue.

ETAT DE LA TECHNIQUE

On connaît de l'état de la technique un système d'interaction dans un monde virtuel comprenant :

- un casque de réalité virtuelle propre à être porté par un utilisateur et à afficher une vue d'un environnement virtuel, l'environnement contenant un avatar de l'utilisateur et un objet virtuel,
- un dispositif de suivi de mouvement configuré pour suivre des mouvements de l'utilisateur portant le casque, et faisant varier la vue en fonction des mouvements de l'utilisateur,
- un drone configuré pour déplacer un objet cible en volant vers une position adaptée pour que l'utilisateur touche l'objet cible pendant que l'avatar touche l'objet virtuel.

Avec un tel système, l'utilisateur a l'impression de « toucher » l'objet virtuel compris dans l'environnement virtuel dans lequel il évolue. Le système peut fournir un retour haptique qui est plus réaliste et moins contraignant que celui fourni par d'autres systèmes utilisant des gants à retour de force, puisque l'utilisateur entre en contact avec une surface réelle (celle de l'objet cible).

Ce système présente toutefois plusieurs inconvénients. Premièrement, le drone est bruyant à cause de la rotation de ses hélices, qu'il soit en mouvement ou en sustentation dans l'air, ce qui peut perturber l'utilisateur portant le casque. Deuxièmement ses hélices sont susceptibles de blesser l'utilisateur se trouvant à proximité. Troisièmement, le drone manque de précision dans le sens où il est difficile pour ce drone d'atteindre une position précise adaptée pour que l'utilisateur entre en contact avec l'objet cible au moment où l'avatar entre en contact avec l'objet virtuel dans l'environnement virtuel. Quatrièmement, la vitesse de déplacement du drone est lente pouvant introduire une incohérence visuo-haptique. Cinquièmement, le drone a une autonomie limitée réduisant les séquences d'interaction. Enfin, le drone ne peut pas porter des charges lourdes simulant des objets de poids conséquent ou ayant une grande taille.

Le drone n'oppose quasiment aucune résistance à une pression exercée par l'utilisateur sur l'objet cible qu'il porte. Au contraire, le drone va avoir tendance à reculer lorsque l'utilisateur presse sur l'objet cible, même si l'objet virtuel n'est pas censé bouger dans l'environnement virtuel. Le retour haptique fourni par ce système, tout comme la sensation d'interaction de l'utilisateur avec le monde virtuel qu'il est censé explorer n'est donc pas idéal. Il y a donc un réel besoin du fait de l'intérêt croissant pour l'exploration des mondes virtuels de disposer d'un système d'interaction

améliorée.

EXPOSÉ DE L'INVENTION

Un but de l'invention est de surmonter les inconvénients susmentionnés.

Il est à cet effet proposé, selon un premier aspect, un système d'interaction entre un utilisateur et un environnement virtuel, le système comprenant :

- un casque de réalité virtuelle propre à être porté par l'utilisateur et afficher une vue de l'environnement virtuel, l'environnement virtuel contenant un avatar de l'utilisateur et un objet virtuel,

- un dispositif de suivi de mouvement configuré pour suivre des mouvements de l'utilisateur et faire varier la vue de l'environnement virtuel en fonction des mouvements de l'utilisateur, lorsque l'utilisateur porte le casque de réalité virtuelle,

- un objet cible comprenant au moins une surface,

- un robot configuré pour déplacer l'objet cible en fonction des mouvements de l'utilisateur dans une position de destination adaptée pour que l'utilisateur touche l'objet cible pendant que l'avatar touche l'objet virtuel,

le système étant caractérisé en ce qu'il comprend une plateforme propre à être fixe par rapport à un sol, l'objet cible étant monté mobile à la plateforme, et en ce que le robot est configuré pour déplacer l'objet par rapport à la plateforme dans la position de destination, lorsque la plateforme est fixe par rapport au sol.

Le système selon le premier aspect peut également comprendre les caractéristiques optionnelles suivantes, prises seules ou combinées entre elles lorsque cela est techniquement faisable.

De préférence, la plateforme comprend un portique, l'objet cible étant suspendu au portique par l'intermédiaire du robot.

De préférence, le robot est configuré pour déplacer l'objet cible dans une première direction, voire dans une deuxième direction non parallèle à la première direction.

De préférence, le robot comprend : un premier chariot monté mobile dans la première direction sur la plateforme, et un deuxième chariot monté mobile dans la deuxième direction sur le premier chariot, le deuxième chariot portant l'objet cible.

De préférence, le robot comprend un premier rail pour guider le premier chariot en translation dans la première direction, et/ou un deuxième rail pour guider le deuxième chariot en translation dans la deuxième direction.

De préférence, le robot comprend : une première poulie montée en rotation sur la plateforme et une première courroie coopérant avec la première poulie pour déplacer le premier chariot par rapport à la plateforme, et/ou une deuxième poulie montée en rotation sur le premier chariot, et une deuxième courroie coopérant avec la deuxième poulie pour déplacer le deuxième chariot par rapport au premier chariot.

De préférence, le robot est configuré pour déplacer l'objet cible suivant une trajectoire qui contourne l'utilisateur, lorsque l'utilisateur porte le casque de réalité virtuelle.

De préférence, le dispositif de suivi de mouvement est configuré pour sélectionner l'objet virtuel dans une pluralité d'objets virtuels contenus dans l'environnement virtuel, en fonction d'au moins
5 une des données suivantes : une distance séparant l'avatar de l'objet virtuel, des données de mouvement relatif entre l'avatar et l'objet virtuel, une position de l'objet virtuel par rapport à la vue montrée dans les images affichées par le casque de réalité virtuelle.

De préférence, le dispositif de suivi de mouvement comprend ou est configuré pour communiquer avec un capteur de mouvement de l'utilisateur, le capteur de mouvement de l'utilisateur étant par
10 exemple fixé au casque de réalité virtuelle, ou fixé à un objet cible qui présente la surface cible.

Il est également proposé, selon un deuxième aspect, un procédé d'interaction entre un utilisateur et un environnement virtuel, comprenant des étapes de :

- affichage, par un casque de réalité virtuelle porté par l'utilisateur, d'une vue de l'environnement virtuel, l'environnement virtuel contenant un avatar de l'utilisateur et un objet virtuel,

- 15 - suivi, par un dispositif de suivi de mouvement, de mouvements de l'utilisateur de sorte à faire varier la vue de l'environnement virtuel en fonction des mouvements de l'utilisateur portant le casque de réalité virtuelle,

- déplacement, par un robot, d'un objet cible présentant au moins une surface en fonction des mouvements de l'utilisateur dans une position de destination adaptée pour que l'utilisateur touche
20 l'objet cible pendant que l'avatar touche l'objet virtuel,

le procédé étant caractérisé en ce que l'objet cible est monté mobile à une plateforme fixe par rapport au sol, et en ce que le robot déplace l'objet cible à la position de destination, par rapport à la plateforme fixe par rapport au sol.

Il est également proposé, selon un troisième aspect, un système d'interaction entre un monde réel
25 et virtuel comprenant :

- un casque de réalité virtuelle propre à être porté par un utilisateur et affichant une vue d'un environnement virtuel, l'environnement virtuel contenant un avatar de l'utilisateur et un objet virtuel,

- au moins une surface mobile,

- 30 - un robot configuré pour déplacer la(es)dite(s) surface(s) en fonction des mouvements de l'utilisateur, caractérisé en ce qu'il comprend une plateforme délimitant le monde réel à explorer propre à être fixée sur un sol, et dans laquelle la(es)dite(s) surface(s) ne touche(nt) pas le sol et sont fixé(es) à la plateforme.

DESCRIPTION DES FIGURES

35 D'autres caractéristiques, buts et avantages de l'invention ressortiront de la description qui suit, qui est purement illustrative et non limitative, et qui doit être lue en regard des dessins annexés sur lesquels :

La figure 1 est une vue en perspective d'une plateforme d'un système d'interaction améliorée dans un monde virtuel selon un mode de réalisation.

La figure 2 est une vue de côté de la plateforme représentée en figure 1 et d'un objet cible.

La figure 3 est une autre vue de côté de la plateforme et de l'objet cible représentés en figure 2.

- 5 La figure 4 est une vue de dessus de la plateforme représentée sur la figure 1 et d'une partie d'un robot faisant partie d'un système d'interaction haptique améliorée dans un monde virtuel selon un mode de réalisation.

La figure 5 représente de manière schématique certains composants d'un système d'interaction améliorée dans un monde virtuel selon un mode de réalisation.

- 10 Sur l'ensemble des figures, les éléments similaires portent des références identiques.

DESCRIPTION DETAILLEE DE L'INVENTION

En référence aux **figures 1 à 3**, un système d'interaction améliorée dans un monde virtuel comprend une plateforme 1 et un objet cible T monté mobile à la plateforme 1.

- 15 De manière générale, la plateforme 1 est propre à être fixe par rapport à un support. Le support est un sol sur lequel un utilisateur est susceptible de marcher, ou un support fixe par rapport à un tel sol (mur ou plafond par exemple). La plateforme 1 délimitant une zone dans laquelle un utilisateur est susceptible d'interagir avec le système.

- 20 La plateforme 1 comprend au moins quatre montants 2, 4, 6, 8 s'étendant verticalement par rapport au sol, suivant un axe Z. Les quatre montants 2, 4, 6, 8 représentés en figure 1 délimitent entre eux la zone (dans le sens où ces montants sont situés aux quatre coins de cette zone). La zone est de forme quelconque, par exemple rectangulaire ou carrée.

- 25 La plateforme 1 comprend par ailleurs au moins quatre traverses 10, 12, 14, 16. Chaque traverse s'étend horizontalement pour relier ensemble deux des montants 2, 4, 6, 8 en leurs sommets. Chaque traverse 10, 12, 14, 16 est à distance du sol, de préférence à au moins deux mètres cinquante du sol.

Les traverses 10 et 14 sont agencées à distance l'une de l'autre et s'étendent dans une première direction parallèle à un axe X. Les traverses 12 et 16 sont agencées à distance l'une de l'autre et s'étendent dans une deuxième direction parallèle à un axe Y.

Les axes X, Y, Z forment ensemble un repère orthogonal.

- 30 D'autres agencements de zone peuvent être réalisés dès lors que le nombre de traverses change, afin de mettre en place des zones complexes où l'utilisateur pourra évoluer.

Le volume général de la plateforme 1 est par exemple le suivant : 4 mètres (suivant l'axe X) x 4 mètres (suivant l'axe Y) x 2,5 mètres (suivant l'axe Z). La zone délimitée présente par exemple les dimensions suivantes dans un plan horizontal : 3,5 mètres (suivant l'axe X) x 3,5 mètres (suivant

l'axe Y).

Les quatre traverses 10, 12, 14, 16 forment ensemble un cadre rectangulaire qui surplombe la zone délimitée par les montants 2, 4, 6, 8.

5 L'objet cible T se présente sous la forme d'au moins une surface susceptible d'être touchée par un utilisateur se trouvant dans la zone.

L'objet cible T présente par exemple la forme d'une colonne à plusieurs faces verticales, par exemple quatre faces verticales, susceptibles d'être touchées par un utilisateur entré dans la zone délimitée par la plateforme.

10 Le système comprend un robot 18 ayant pour fonction de déplacer l'objet cible T par rapport à la plateforme 1.

L'objet cible T est attaché au dispositif de déplacement 18 de manière amovible, de sorte à pouvoir être remplacé.

En définitive, la plateforme 1 forme un portique, l'objet cible T étant suspendu au portique par l'intermédiaire du dispositif de déplacement 18.

15 En référence à la **figure 4**, le robot 18 comprend deux rails 20, 22, fixés respectivement aux traverses 14 et 10. Les deux rails 20, 22 s'étendent donc parallèlement à l'axe X.

Les deux rails 20, 22 sont en aluminium.

Le robot 18 comprend par ailleurs un premier chariot 24 monté mobile en translation sur les rails 20, 22.

20 Le premier chariot 24 est mobile entre les traverses 12 et 16, et s'étend parallèlement à ces dernières. Le premier chariot 24 est monté sur des roues ou des galets (non-illustrés) agencés pour rouler sur les deux rails 20, 22. Le premier chariot s'étend entre les deux rails 20, 22, de manière à surplomber la zone délimitée par la plateforme 1.

25 Le premier chariot 24 comprend un premier dispositif de blocage (non illustré) pour maintenir le premier chariot fixe par rapport aux rails 20, 22. Ce premier dispositif de blocage peut par exemple comprendre un frein pour bloquer au moins une des roues du premier chariot 24 en rotation par rapport au rail (20 ou 22) avec lequel la roue est en contact.

Le premier chariot comprend par ailleurs un rail 26. Ce rail 26 s'étend parallèlement à l'axe Y, donc est perpendiculaire aux rails 20, 22.

30 Le robot 18 comprend par ailleurs des moyens pour déplacer le premier chariot 24 par rapport à la plateforme 1, parallèlement à l'axe X. Ces moyens comprennent une première poulie 28 montée à rotation sur la plateforme 1, un premier moteur 30 pour entraîner la première poulie en rotation par rapport à la plateforme, et une première courroie 31 attachée au premier chariot et en prise avec la première poulie 28.

Le premier moteur 30 est par exemple à courant continu.

Le robot 18 comprend en outre un deuxième chariot 32 monté mobile en translation sur le rail 26, par rapport au premier chariot 24.

Le deuxième chariot 32 est monté sur des roues ou galets 34 agencés pour rouler sur le rail 26.

- 5 C'est en fait au deuxième chariot 32 qu'est suspendu l'objet cible T, de sorte que l'objet T soit localisé dans la zone délimitée par la plateforme 1, entre le deuxième chariot 32 et le sol.

- Le robot 18 comprend par ailleurs des moyens pour déplacer le deuxième chariot 32 par rapport au premier chariot 24, parallèlement à l'axe Y. Ces moyens comprennent une deuxième poulie 36 montée en rotation sur le premier chariot 24, un deuxième moteur 38 pour entraîner la deuxième
10 poulie 36 en rotation par rapport au premier chariot 24, et une deuxième courroie 40 attachée au deuxième chariot 32 et en prise avec la deuxième poulie 36.

- Le deuxième chariot 24 comprend un deuxième dispositif de blocage (non illustré) pour maintenir le deuxième chariot fixe par rapport au rail 26. Ce deuxième dispositif de blocage peut par exemple comprendre un frein pour bloquer au moins une des roues du deuxième chariot 32 en rotation par
15 rapport au rail 26.

Ainsi, le premier dispositif de blocage et le deuxième dispositif de blocage forment un système de blocage qui permettent à l'objet cible T d'être maintenu dans une position (x, y) parallèlement au plan formé par les axes X et Y. Ce système de blocage peut bien entendu prendre d'autres formes.

Le deuxième moteur 38 est par exemple à courant continu.

- 20 Le robot 18 comprend par ailleurs un module de commande 42 configuré pour commander l'activation et la désactivation des deux moteurs 30, 38. En définitive, le module de commande 42 permet donc de commander un déplacement du deuxième chariot suivant les deux axes X et Y par rapport à la plateforme, au-dessus de la zone délimitée par la plateforme, et donc de déplacer l'objet cible T au sein de cette zone.

- 25 Le module de commande 42 est par exemple un microcontrôleur, par exemple de type Arduino MEGA 2560. En variante, Le module de commande 42 peut se présenter sous la forme d'un programme de commande exécuté par un ordinateur communiquant avec les moteurs 30, 38 soit par voie filaire soit par radio.

- Le système comprend par ailleurs un casque de réalité virtuelle 44, et un dispositif de suivi de
30 mouvement 46.

- Le casque de réalité virtuelle 44 est configuré pour afficher des images devant les yeux d'un utilisateur. Dans le présent texte, le terme « casque » doit s'entendre comme couvrant n'importe quel dispositif apte à être attaché à la tête d'un utilisateur de manière à afficher de telles images devant les yeux de l'utilisateur. Le casque comprend de préférence un obturateur pour isoler les
35 yeux de l'utilisateur de l'extérieur.

Le dispositif de suivi de mouvement 46 est configuré pour suivre des mouvements de l'utilisateur, notamment par rapport à la plateforme 1.

Le dispositif de suivi de mouvement comprend au moins un capteur de mouvement de l'utilisateur, et un module de supervision (ou superviseur).

- 5 A titre de capteur, le dispositif de suivi de mouvement comprend un ou plusieurs accéléromètres attachés à l'utilisateur et/ou des caméras attachées à l'utilisateur ou à la plateforme.

Ces capteurs peuvent être en particulier fixés au casque de réalité virtuelle 44.

Le module de supervision est un superviseur qui comprend une interface de communication avec le casque 44 et avec le module de commande 42, par voie filaire ou sans fil.

- 10 Par ailleurs, le module de supervision comprend typiquement un processeur configuré pour exécuter un programme de rendu 3D.

Le programme de rendu 3D peut être, sans que cela soit limitatif, le programme Unity3D développé par Unity Technologies.

- 15 Le programme de rendu 3D est configuré pour générer des images montrant un environnement virtuel en vue subjective.

L'environnement virtuel comprend une pluralité d'objets virtuels. L'environnement virtuel comprend en outre un avatar représentant l'utilisateur qui porte le casque de réalité virtuelle. Cet avatar peut représenter entièrement un utilisateur ou ne représenter qu'une partie du corps de l'utilisateur, voire être réduit à un point indiquant la position de l'avatar.

- 20 Par exemple, l'avatar comprend une main virtuelle qui représente une main de l'utilisateur. Cette main virtuelle est modélisée par exemple à l'aide d'une caméra, telle qu'une caméra Orbbec Astra S fixée sur le casque de réalité virtuelle 44. Cette caméra Orbbec Astra S est connue de l'homme du métier.

- 25 Le programme de rendu 3D est configuré pour réaliser un mappage entre le repère (X, Y, Z) lié à la plateforme 1, et un repère virtuel lié à l'environnement virtuel. L'avatar et chaque objet virtuel ont des positions qui leur sont propres dans cet espace virtuel, et dont le programme de rendu 3D a connaissance.

Le mappage réalisé par le programme de rendu 3D est tel qu'il est établi une correspondance entre des points dans le repère réel (X, Y, Z) et des points dans le repère lié à l'environnement virtuel.

- 30 Le mappage réalisé par le programme de rendu 3D est en outre tel que les images générées par ce programme varient en fonction du mouvement de l'utilisateur portant le casque à réalité virtuelle, de manière à lui donner le sentiment d'évoluer dans l'environnement virtuel. Un tel mappage est connu de l'état de la technique.

Les images générées par le programme de rendu 3D montrent des vues de l'environnement virtuel.

Une vue donnée de l'environnement virtuel est caractérisée par une position spécifique dans le repère lié à l'environnement virtuel, et un angle de vue depuis cette position. Une vue ne montre donc qu'une partie de cet environnement virtuel. Un objet virtuel peut donc être montré dans une vue, ou non.

- 5 Un procédé d'interaction améliorée dans un monde virtuel mis en œuvre par le système représenté sur les figures 1 à 5 comprend les étapes suivantes.

Un utilisateur attache le casque de réalité virtuelle 44 à sa tête.

- Le dispositif de suivi de mouvement 46 suit des mouvements de l'utilisateur portant le casque, et génère des images de l'environnement virtuel. Ces images sont transmises au casque de réalité virtuelle 44, qui les affiche devant les yeux de l'utilisateur.

Le dispositif de suivi de mouvement 46 se fonde sur les mouvements de l'utilisateur pour déterminer la vue montrée par les images affichées par le casque 44. Par exemple, lorsque l'utilisateur tourne sa tête par rapport à la plateforme 1, la vue montrée par le casque 44 va également tourner dans l'environnement virtuel.

- 15 Le module de supervision a connaissance de la position de l'avatar et de chaque objet virtuel compris dans l'environnement virtuel.

Le module de supervision sélectionne dans l'environnement virtuel un objet virtuel lequel est le plus susceptible d'entrer en collision avec l'avatar.

- Pour procéder à cette sélection, le module de supervision calcule, pour chaque objet virtuel, un poids associé à l'objet virtuel, ce poids étant représentatif d'une probabilité de collision entre l'avatar et l'objet virtuel.

Le poids d'un objet virtuel est calculé en fonction des paramètres suivants :

- la distance séparant l'avatar de l'objet virtuel : plus cette distance est courte, plus le poids de l'objet virtuel est élevé ;
- 25 - des données de déplacement relatif entre l'avatar et l'objet virtuel : le poids est plus élevé quand ces données indiquent un rapprochement entre l'objet virtuel et l'avatar, et moins élevé quand ces données indiquent leur éloignement mutuel ;
- une position de l'objet virtuel par rapport à la vue montrée dans les images affichées par le casque de réalité virtuelle : par exemple, si l'objet virtuel est montré dans la vue, le poids sera plus
- 30 élevé ; si l'objet virtuel est hors de vue (donc non visible dans les images affichées par le casque) son poids sera moins élevé.

Le module de supervision connaît par ailleurs la position courante de l'objet cible T (qui est réel), et notamment la position d'au moins une surface de cet objet cible T. Cette position lui est par exemple communiquée par le module de commande 42.

- 35 Une fois la sélection mise en œuvre, le module de supervision détermine une trajectoire de

déplacement, dans la zone délimitée par la plateforme 1, de l'objet cible T depuis sa position courante vers une position de destination. La position de destination est adaptée pour que l'utilisateur touche une surface de l'objet cible T pendant que l'avatar touche l'objet virtuel. Plus précisément, la position de destination est adaptée pour que l'utilisateur entre en contact avec la surface de l'objet cible T sensiblement au moment où l'avatar entre en contact avec l'objet virtuel sélectionné, dans l'environnement virtuel. Pour déterminer cette position de destination, le module de supervision utilise les données de mouvement dans le monde réel de l'utilisateur, et les positions de l'avatar et de l'objet virtuel sélectionné dans l'environnement virtuel, et les combine selon un procédé connu de l'état de la technique.

- 10 La position de destination est choisie par le module de supervision pour minimiser l'écart temporel entre, d'une part, l'instant d'entrée en contact entre l'utilisateur portant le casque 44 et l'objet cible T, et d'autre part, l'instant de collision entre l'avatar et l'objet virtuel dans l'environnement virtuel.

La position de destination est un couple de coordonnées (x, y) dans le repère 2D formé par les axes X et Y. Alternativement, la position de destination est un triplet de coordonnées (x, y, z) dans le repère 3D formé par les axes X, Y, Z.

La trajectoire de déplacement allant de la position courante à la position de destination se présente typiquement comme une suite de positions dans le repère 2D précité.

Pour plus de sécurité, robot 18 peut immobiliser l'objet cible T par rapport à la plateforme 1 lorsque le dispositif de suivi de mouvement 46 détecte qu'une distance entre l'utilisateur et l'objet cible T qui est inférieure à un seuil prédéterminé, par exemple 90 centimètres.

La trajectoire de déplacement entre la position courante de l'objet cible et la position de destination calculée par le module de supervision est adaptée pour contourner l'utilisateur portant le casque 44. Pour cela, le module de supervision peut se fonder sur une estimation du volume qu'occupe dans l'espace l'utilisateur portant le casque. Cette estimation peut être prédéterminée.

Le module de supervision transmet au module de commande 42 la trajectoire et la position de destination calculées. Sur la base de ces données, le module de commande envoie des commandes au premier moteur 30 et au deuxième moteur 38 adaptées pour déplacer les chariots 24, 32 suivant les axes X et Y, de telle sorte que l'objet cible T suive la trajectoire calculée et atteigne la position de destination calculée.

Une fois que l'objet cible T a atteint la position de destination ou pendant son déplacement, l'utilisateur peut décider de faire rapprocher son avatar vers l'objet virtuel sélectionné. Ceci se traduit dans le monde réel par un déplacement de l'utilisateur vers l'objet cible T. Lorsque l'avatar entre en contact avec l'objet virtuel, l'utilisateur entre en contact avec l'objet cible T ayant atteint la position de destination.

La surface T fixée sur l'objet mobile, peut se présenter sous différentes formes permettant à

l'utilisateur d'explorer, de façon la plus précise et efficace, le monde virtuel. Elle peut être sans que cela soit limitatif sous la forme d'un rectangle, d'un carré, d'un rond, de la forme apte à être distinguée dans le monde virtuel à explorer, comme une personne, un meuble, une pièce d'automobile, une voiture etc...

- 5 La ou les surface(s) de l'objet cible T que l'utilisateur est susceptible de toucher est de forme quelconque. Elle peut comprendre une face ou un ensemble de faces pouvant être jointes ou disjointes selon les besoins de l'expérience virtuelle ou du monde virtuel à explorer. Elle peut être sans que ce soit limitatif sous forme d'au moins un panneau texturé ou non afin de conférer à l'utilisateur plus de sensations lorsqu'il pense interagir avec un ou des objets virtuels présent(s)
10 dans l'espace que l'utilisateur doit explorer.

Par panneau texturé on peut sans que ce soit limitatif, considérer dans un mode de réalisation de l'invention un panneau en carton comprenant des objets réels qui sont fixés sur ledit panneau comme une boule, un triangle ou autre forme équivalente à la forme présente dans le monde virtuel. Ainsi lorsque l'utilisateur se déplacera vers un triangle projeté dans le casque de réalité
15 virtuelle que porte l'utilisateur, en fonction des déplacements de celui-ci, l'objet cible T qui peut être un panneau sur lequel est fixé une structure triangulaire se déplacera à l'exacte position de l'objet virtuel qui est un triangle, l'utilisateur interagissant avec simultanément un triangle virtuel et réel aura une sensation plus importante et pertinente qu'avec simplement un gant. C'est un des avantages de l'invention d'avoir, en permettant à l'utilisateur les mains libres, la possibilité
20 d'interagir avec un monde virtuel de façon plus précise, pertinente et enrichissante.

L'objet cible T peut être passif, ou bien actif. En particulier, comme cela a été discuté précédemment, au moins un capteur de mouvement du dispositif de suivi de mouvement 46 peut être agencé dans ou sur l'objet cible T. Il peut être également prévu d'inclure dans l'objet cible T au moins un effecteur susceptible de générer des sensations perceptibles par un utilisateur. A titre
25 d'exemples d'effecteurs, on peut citer : des boutons haptiques ou encore des effecteurs de température, des effecteurs pouvant envoyer de l'air voire des effecteurs olfactifs, permettant en plus à l'utilisateur non pas d'interagir avec l'objet virtuel mais d'en saisir la nature par l'intermédiaire d'autres sens que le toucher, la vision et l'ouïe.

Par effecteurs au sens de la présente invention, on entendra un élément susceptible de faire
30 ressentir à l'utilisateur progressant dans le monde virtuel des sensations.

Dans le cas d'un effecteur olfactif, si l'utilisateur s'approche d'une pomme un effecteur sous forme de pulvérisateur, qui envoie des odeurs de pommes pourra se trouver sur l'objet cible T.

Les capteurs et/ou effecteurs présents sur la surface T pouvant être activés ou désactivés en fonction du scénario ou des scénarii à explorer.

- 35 Un ensemble d'effecteurs comme des boutons haptiques peuvent parfaitement simuler une forme ou un caractère, en fonction de leur activation, similaires aux caractères en braille pouvant permettre à une personne aveugle d'appréhender des chiffres et des lettres ou encore des formes.

Lorsque l'utilisateur presse sur la ou les surface(s) de l'objet cible T, celui-ci oppose une certaine résistance à l'utilisateur puisque cet objet est monté à la plateforme 1. En conséquence, l'objet cible T monté à la plateforme 1 par l'intermédiaire du robot 18 aura tendance à moins se déplacer sous l'effet d'une telle pression, que si cet objet était porté par un drone. Le retour haptique
5 procuré par l'objet cible T monté à la plateforme 1 est par ailleurs bien plus réaliste que celui offert par des gants à retour haptique connus de l'état de la technique.

Un autre avantage de l'invention réside dans le fait que la zone d'interaction avec le monde virtuel via l'objet cible T, peut se réaliser sur l'ensemble du corps, ce qui n'est pas possible avec un bras articulé mobile ou un gant, qui ne permettent de transmettre des sensations à l'utilisateur que pour
10 une partie prédéfinie du corps. Ainsi l'expérience auquel fait face l'utilisateur s'en trouve non seulement améliorée mais augmentée au regard de ce qui existe à l'heure actuelle.

Un avantage du système proposé est que le même objet cible T peut être mis en correspondance avec plusieurs objets virtuels contenus dans l'environnement virtuel, et tour à tour sélectionnés par le dispositif de suivi 46. La zone délimitée par la plateforme 1 n'a donc pas besoin d'être
15 encombrée par une multitude d'objets fixes, chaque objet fixe étant associé avec un objet virtuel, ou plusieurs objets virtuels sélectionnés successivement.

Il est également à remarquer que, dans le mode de réalisation illustré sur les figures, l'objet cible T est suspendu au portique formé par la plateforme 1. Cette configuration est avantageuse car permet de libérer de l'espace au sol, et donc moins susceptible de constituer un obstacle pour
20 l'utilisateur.

De plus, cette configuration permet d'alimenter continûment le robot en énergie car celui-ci est attaché à la plateforme. Ceci supprime les problèmes liés à l'autonomie et permet de fournir suffisamment de puissance pour du retour de force.

Un autre avantage de l'invention réside dans les applications visées par celle-ci, l'invention trouve
25 certes son utilité dans l'exploration des mondes virtuels tels les jeux vidéo ou ce que l'on appelle à l'heure actuelle les jeux d'évasion grandeur nature dits « escape games », mais également dans la visite des musées par exemple ou encore la formation ou l'apprentissage.

Dans le cas de la visite de musées, il est inutile de reproduire l'ensemble des œuvres dans une ou des pièce(s) à explorer, la ou les surface(s) mobile(s) de l'objet cible T se plaçant à l'endroit précis
30 où se trouvent les œuvres à explorer dans la ou les pièces correspondantes, de plus l'utilisateur peut toucher ou avoir la sensation de toucher les œuvres ce qui n'est pas possible dans un musée.

Dans le cas des formations pour adultes, plutôt qu'une vidéo explicative de remplacement d'une pièce d'automobile/aéronautique qui peut être certes riche d'enseignement, l'utilisation du système selon l'invention permettra à un utilisateur d'interagir avec la surface ou plusieurs surfaces
35 de l'objet cible T, en vue de reproduire le remplacement d'une pièce d'automobile sans que ne soit présente une vraie voiture avec de vraies pièces automobiles.

Les étapes qui précèdent sont répétées dans le temps, au gré des mouvements de l'utilisateur.

Dans le mode de réalisation illustré sur les figures, le robot 18 est capable de se placer dans n'importe quelle position inscrite dans un quadrilatère délimité par les rails 20, 22. Il pourrait être envisagé d'autres structures pour ce dispositif 18, et d'autres zones de déplacement. Par exemple,

5 il pourrait être envisagé de contraindre le dispositif de déplacement à ne pouvoir occuper qu'une grille de positions.

Il est par ailleurs entendu que le système peut comprendre plus d'un dispositif de déplacement, et plus d'un objet cible à déplacer. Plusieurs objets cibles peuvent être déplacés par un ou plusieurs dispositifs de déplacement différents montés à la plateforme. Dans ce cas, le système pourra

10 sélectionner un objet cible parmi plusieurs objets candidats, sur la base de l'objet virtuel considéré comme étant le prochain à entrer en collision avec l'avatar de l'utilisateur. Cette sélection peut par exemple se fonder sur un critère de ressemblance de forme, ou autre.

L'invention ne se limite pas aux modes de réalisation discutés précédemment.

REVENDICATIONS

1. Système d'interaction entre un utilisateur et un environnement virtuel, le système comprenant :
- 5 - un casque de réalité virtuelle (44) propre à être porté par l'utilisateur et afficher une vue de l'environnement virtuel, l'environnement virtuel contenant un avatar de l'utilisateur et un objet virtuel,
- un dispositif de suivi de mouvement (46) configuré pour suivre des mouvements de l'utilisateur et faire varier la vue de l'environnement virtuel en fonction des mouvements de l'utilisateur, lorsque
- 10 l'utilisateur porte le casque de réalité virtuelle (44),
- un objet cible (T) comprenant au moins une surface,
- un robot (18) configuré pour déplacer l'objet cible (T) en fonction des mouvements de l'utilisateur dans une position de destination adaptée pour que l'utilisateur touche l'objet cible (T) pendant que l'avatar touche l'objet virtuel,
- 15 le système étant caractérisé en ce qu'il comprend une plateforme (1) propre à être fixe par rapport à un sol, l'objet cible (T) étant monté mobile à la plateforme (1), et en ce que le robot (18) est configuré pour déplacer l'objet par rapport à la plateforme (1) dans la position de destination, lorsque la plateforme (1) est fixe par rapport au sol.
2. Système selon la revendication précédente, dans lequel la plateforme (1) comprend un portique,
- 20 l'objet cible (T) étant suspendu au portique par l'intermédiaire du robot (18).
3. Système selon l'une des revendications précédentes, dans lequel le robot (18) est configuré pour déplacer l'objet cible (T) dans une première direction (X), et dans une deuxième direction (Y) non parallèle à la première direction.
4. Système selon la revendication précédente, dans lequel le robot (18) comprend :
- 25 - un premier chariot (24) monté mobile dans la première direction (X) sur la plateforme (1),
- un deuxième chariot (32) monté mobile dans la deuxième direction sur le premier chariot (24), le deuxième chariot portant l'objet cible (T).
5. Système selon la revendication précédente, dans lequel le robot (18) comprend un premier rail (20, 22) pour guider le premier chariot en translation dans la première direction (X), et/ou un
- 30 deuxième rail (26) pour guider le deuxième chariot en translation dans la deuxième direction (Y).
6. Système selon l'une des revendications 4 et 5, dans lequel le robot (18) comprend :
- une première poulie (28) montée en rotation sur la plateforme (1) et une première courroie (31) coopérant avec la première poulie pour déplacer le premier chariot (24) par rapport à la plateforme (1), et/ou
- 35 - une deuxième poulie (36) montée en rotation sur le premier chariot (32), et une deuxième courroie (40) coopérant avec la deuxième poulie pour déplacer le deuxième chariot (32) par rapport au premier chariot (24).

7. Système selon l'une des revendications précédentes, dans lequel le robot (18) est configuré pour déplacer l'objet cible (T) suivant une trajectoire qui contourne l'utilisateur, lorsque l'utilisateur porte le casque de réalité virtuelle (44).

8. Système selon l'une des revendications précédentes, dans lequel le dispositif de suivi de mouvement (46) est configuré pour sélectionner l'objet virtuel dans une pluralité d'objets virtuels contenus dans l'environnement virtuel, en fonction d'au moins une des données suivantes :

- une distance séparant l'avatar de l'objet virtuel,
- des données de mouvement relatif entre l'avatar et l'objet virtuel,
- une position de l'objet virtuel par rapport à la vue montrée dans les images affichées par le casque de réalité virtuelle.

9. Système selon les revendications précédentes, dans lequel le dispositif de suivi de mouvement (46) comprend ou est configuré pour communiquer avec un capteur de mouvement de l'utilisateur, le capteur de mouvement de l'utilisateur étant par exemple fixé au casque de réalité virtuelle, ou fixé à un objet cible qui présente la surface cible.

10. Procédé d'interaction entre un utilisateur et un environnement virtuel, comprenant des étapes de :

- affichage, par un casque de réalité virtuelle porté par l'utilisateur, d'une vue de l'environnement virtuel, l'environnement virtuel contenant un avatar de l'utilisateur et un objet virtuel,
- suivi, par un dispositif de suivi de mouvement, de mouvements de l'utilisateur de sorte à faire varier la vue de l'environnement virtuel en fonction des mouvements de l'utilisateur portant le casque de réalité virtuelle (44),
- déplacement, par un robot (18), d'un objet cible (T) présentant au moins une surface en fonction des mouvements de l'utilisateur dans une position de destination adaptée pour que l'utilisateur touche l'objet cible (T) pendant que l'avatar touche l'objet virtuel,

le procédé étant caractérisé en ce que l'objet cible (T) est monté mobile à une plateforme (1) fixe par rapport au sol, et en ce que le robot (18) déplace l'objet cible (T) à la position de destination, par rapport à la plateforme (1) fixe par rapport au sol.

Fig. 1

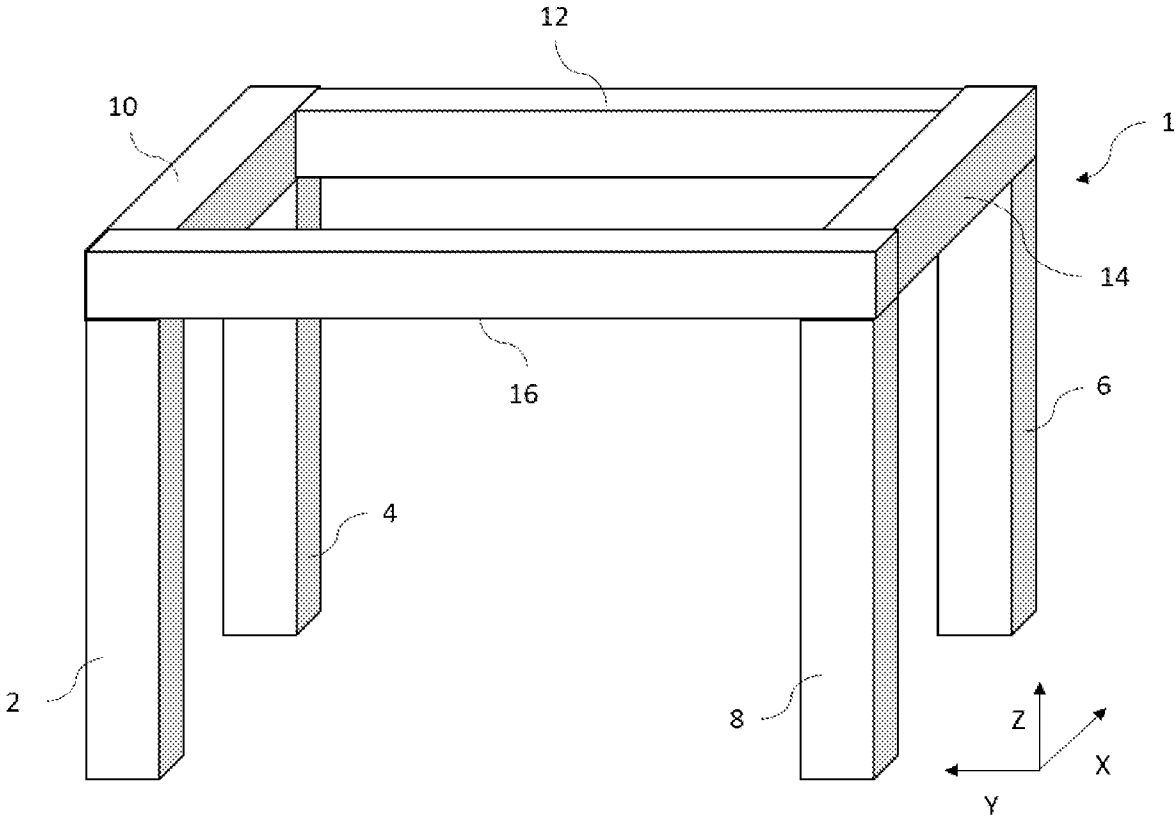


Fig. 2

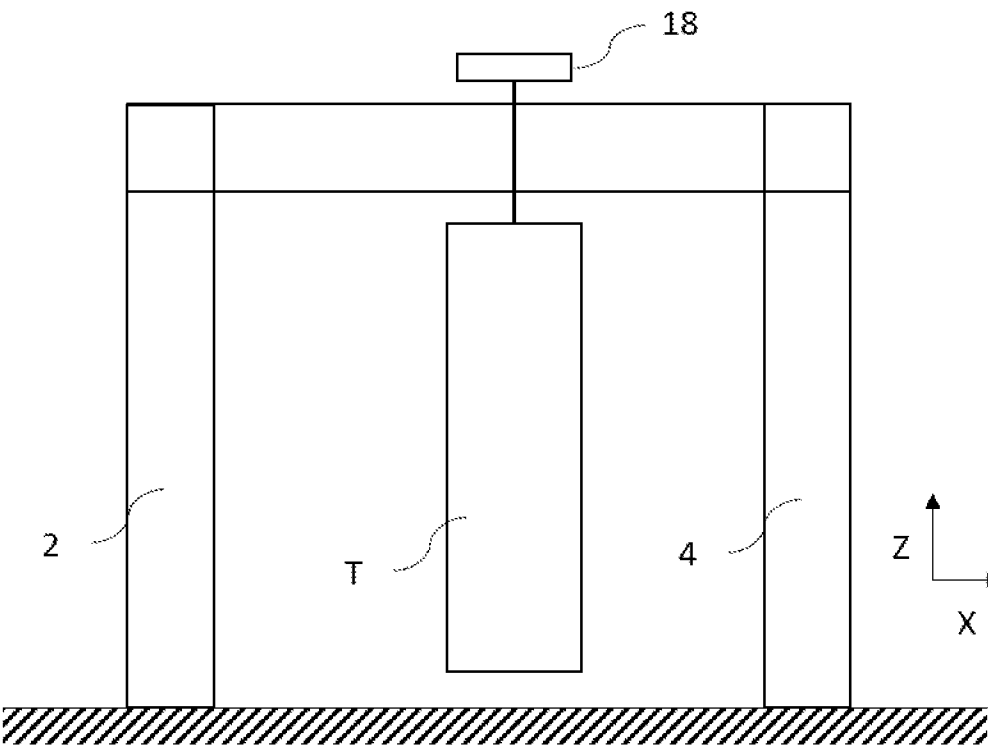


Fig. 3

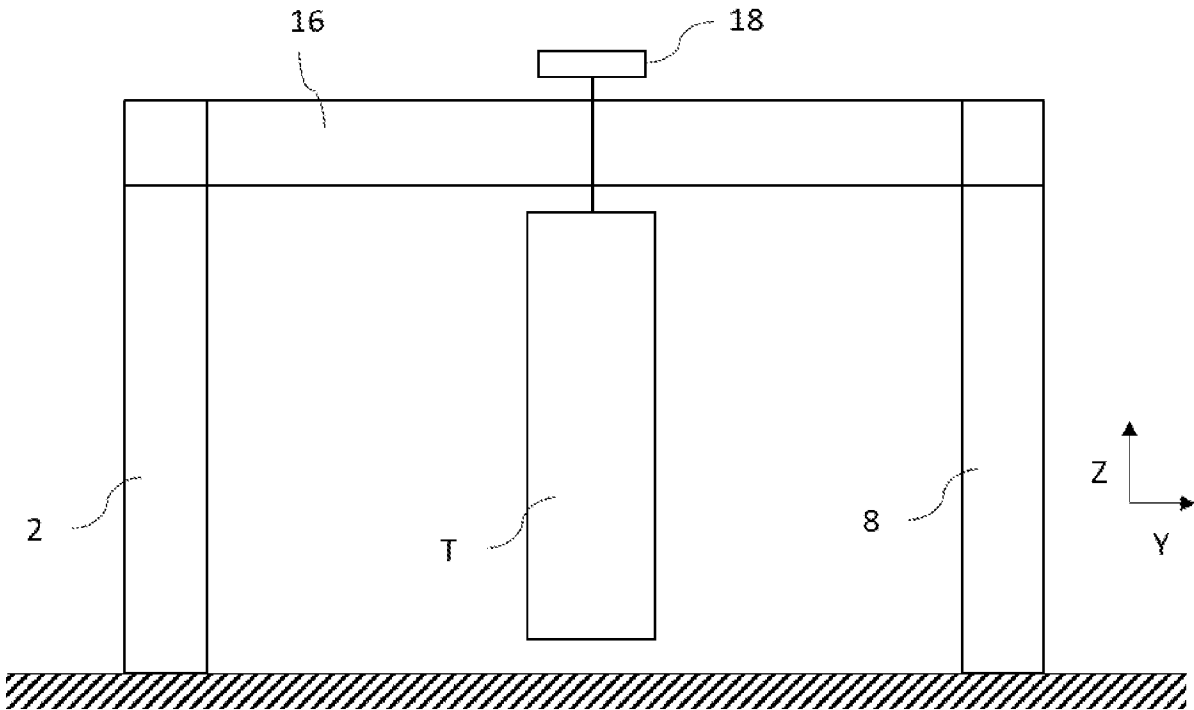


Fig. 4

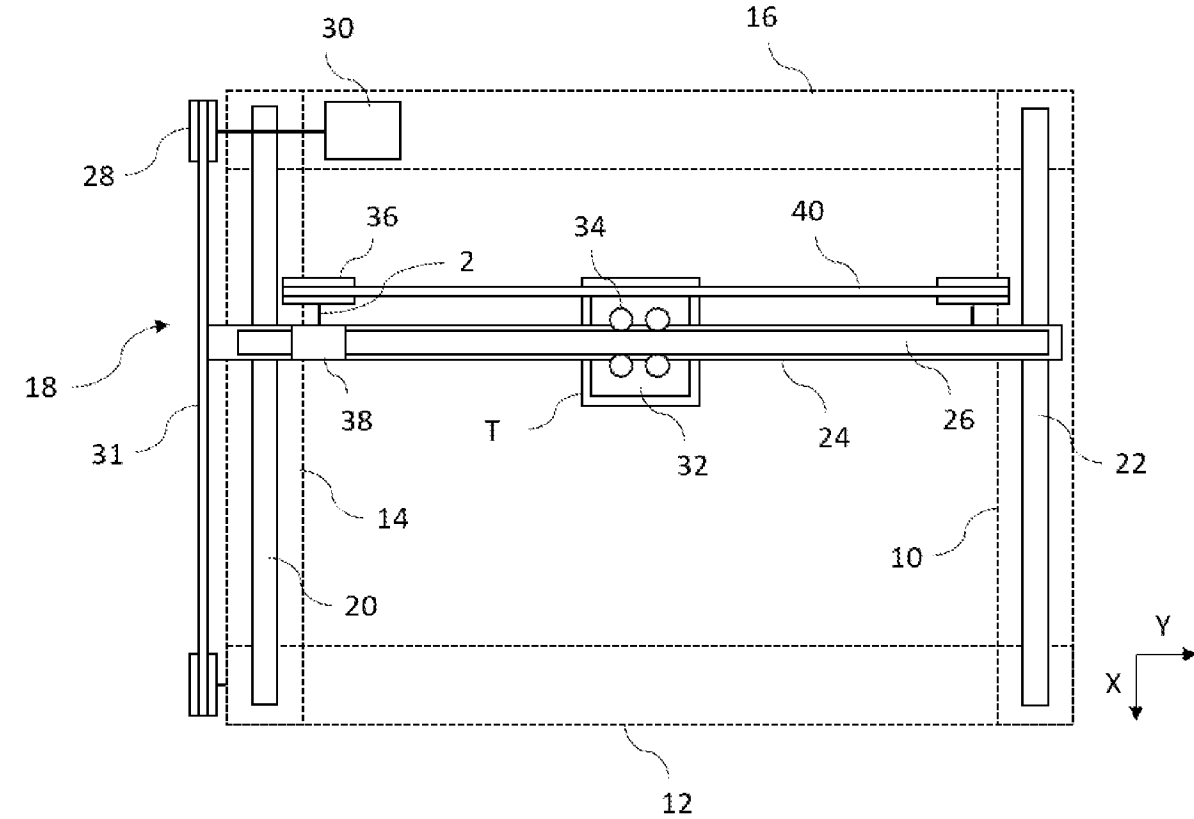
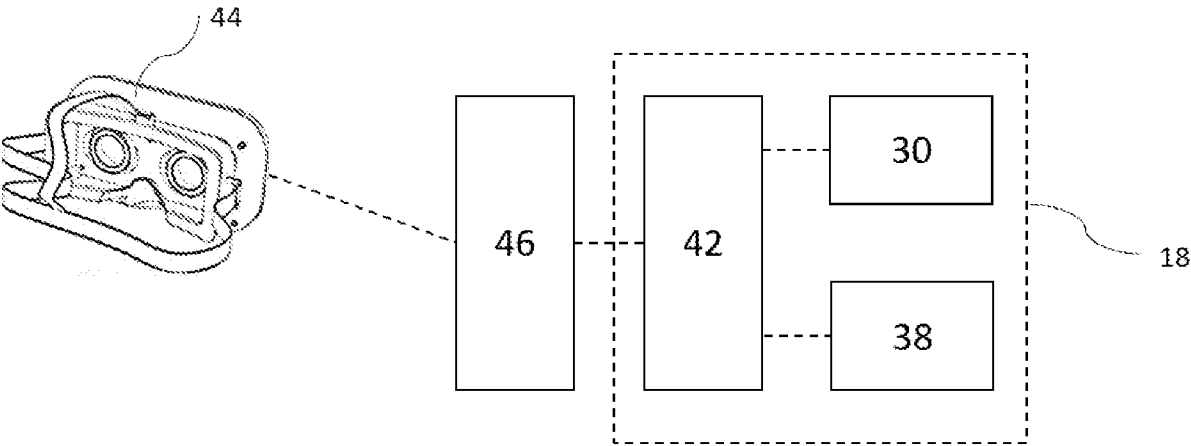


Fig. 5



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/FR2020/051825

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**G06F 3/01**(2006.01)i

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)

G06F

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 practicable, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 5803738 A (LATHAM ROY WESTLAKE [US]) 08 September 1998 (1998-09-08) column 3, lines 4-45; figure 1 column 4, lines 38-42, 53-61; figures 4, 5	1-6,8-10
X	US 2010277469 A1 (BORREL PAUL [US] ET AL) 04 November 2010 (2010-11-04) paragraphs [0024] - [0026], [0044] - [0046]; figures 1, 5, 6	1-7,9,10
A	US 2019151741 A1 (SUMMIT SCOTT [US]) 23 May 2019 (2019-05-23) the whole document	1-10

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.☒ See patent family 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 application or patent 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

“&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

15 January 2021

Date of mailing of the international search report

29 January 2021

Name and mailing address of the ISA/EP

European Patent Office
p.b. 5818, Patentlaan 2, 2280 HV Rijswijk
Netherlands

Telephone No. (+31-70)340-2040

Facsimile No. (+31-70)340-3016

Authorized officer

Fournier, Nicolas

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/FR2020/051825

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
US	5803738	A	08 September 1998	NONE			
US	2010277469	A1	04 November 2010	NONE			
US	2019151741	A1	23 May 2019	CN	109414612	A	01 March 2019
				EP	3445463	A1	27 February 2019
				US	2019151741	A1	23 May 2019
				WO	2017184785	A1	26 October 2017

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°

PCT/FR2020/051825

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE INV. G06F3/01 ADD.		
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) G06F		
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) EPO-Internal, WPI Data		
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 5 803 738 A (LATHAM ROY WESTLAKE [US]) 8 septembre 1998 (1998-09-08) colonne 3, lignes 4-45; figure 1 colonne 4, lignes 38-42, 53-61; figures 4, 5	1-6,8-10
X	----- US 2010/277469 A1 (BORREL PAUL [US] ET AL) 4 novembre 2010 (2010-11-04) alinéas [0024] - [0026], [0044] - [0046]; figures 1, 5, 6	1-7,9,10
A	----- US 2019/151741 A1 (SUMMIT SCOTT [US]) 23 mai 2019 (2019-05-23) le document en entier -----	1-10
☐ 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 "&" document qui fait partie de la même famille de brevets		
Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée 15 janvier 2021		Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale 29/01/2021
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, Fax: (+31-70) 340-3016		Fonctionnaire autorisé Fournier, Nicolas

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale n°

PCT/FR2020/051825

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 5803738	A	08-09-1998	AUCUN	
US 2010277469	A1	04-11-2010	AUCUN	
US 2019151741	A1	23-05-2019	CN 109414612 A	01-03-2019
			EP 3445463 A1	27-02-2019
			US 2019151741 A1	23-05-2019
			WO 2017184785 A1	26-10-2017