

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

(19) Organisation Mondiale de la
Propriété Intellectuelle
Bureau international



WIPO | PCT



(10) Numéro de publication internationale

WO 2015/007784 A1

(43) Date de la publication internationale
22 janvier 2015 (22.01.2015)

- (51) Classification internationale des brevets :
A61B 3/11 (2006.01) A61B 3/14 (2006.01)
- (21) Numéro de la demande internationale :
PCT/EP2014/065266
- (22) Date de dépôt international :
16 juillet 2014 (16.07.2014)
- (25) Langue de dépôt : français
- (26) Langue de publication : français
- (30) Données relatives à la priorité :
1356990 16 juillet 2013 (16.07.2013) FR
- (71) Déposant : FITTINGBOX [FR/FR]; 644 Voi l'Occitane Immeuble Arizona, Bâtiment A, F-31670 Labege (FR).
- (72) Inventeurs : CHOUKROUN, Ariel; 15, Rue des Pénitents Blancs, F-31000 Toulouse (FR). LE GALLOU, Sylvain; 19 Les Castellanes, F-31450 Baziege (FR).
- (74) Mandataire : CORNUEJOLS, Christophe; Schmit-Chretien, Parc de Basso Cambo, 4, rue Paul Mesple, F-31100 Toulouse (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, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, 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, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, 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, 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).

[Suite sur la page suivante]

(54) Title : METHOD FOR DETERMINING OCULAR MEASUREMENTS USING A CONSUMER SENSOR

(54) Titre : PROCÉDÉ DE DÉTERMINATION DE MESURES OCULAIRES AVEC UN CAPTEUR GRAND PUBLIC

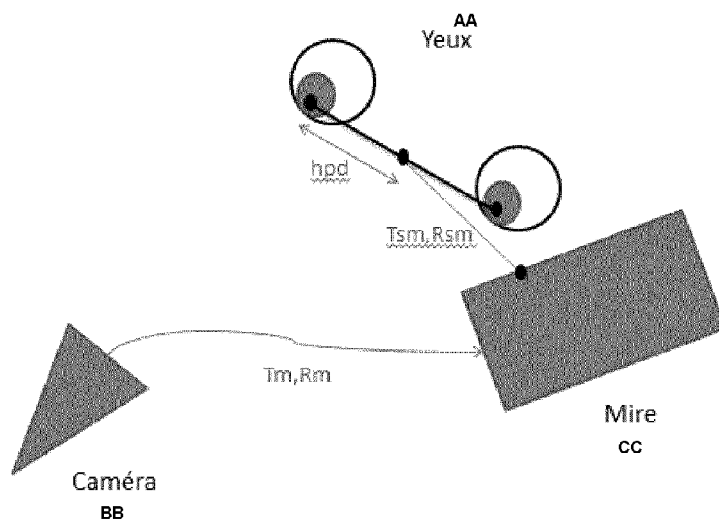


Figure 1

AA Eyes
BB Camera
CC Test chart

(57) Abstract : The invention relates to a method for determining at least one ocular measurement (pupillary distance, mono pupillary distance and/or heights) of a user, using a consumer-type digital image sensor. The method uses at least one image of the user's head, acquired by the image sensor and containing an object of known size. The calibration parameters of the camera are unknown or known with little precision.

(57) Abrégé : La présente invention vise un procédé de détermination d'au moins une mesure oculaire (distance pupillaire, distance mono Pupillaire et / ou hauteurs) d'un utilisateur en utilisant un capteur d'images numériques, de type grand public Le procédé utilise moins une image de la tête de l'utilisateur, acquise par le capteur d'images, contenant un objet de taille connue. Les paramètres de calibration de la caméra sont inconnus ou connus avec peu de précision.



WO 2015/007784 A1

Publiée :

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

PROCÉDÉ DE DÉTERMINATION DE MESURES OCULAIRES AVEC UN CAPTEUR GRAND PUBLIC

Domaine de l'invention

L'invention relève du domaine de l'optique. Elle concerne plus particulièrement le domaine de la fabrication de verres correcteurs pour la vue.

5 Art antérieur

Dans le cadre de la fabrication et du montage de verres de lunettes correcteurs, il est nécessaire de connaître avec le plus de précision possible des mesures oculaires telles que la distance pupillaire, la distance mono Pupillaire et les hauteurs.

La distance pupillaire (nommée **PD** dans la suite de la description) est la distance
10 entre les centres des pupilles lorsque le sujet regarde à l'infini.

La distance mono pupillaire (notée **MonoPD** dans la suite de la description) est la distance entre la projection de la pupille dans le plan du verre et le centre de la monture. Cette grandeur mesure le décentrement horizontal à appliquer lors du taillage du verre.

15 Les hauteurs sont les distances entre la projection des pupilles dans le plan du verre et le bas de la monture (intérieur présumé de la dragée interne). Cette grandeur mesure le décentrement vertical à appliquer lors du taillage du verre.

Exposé de l'invention

20 L'invention consiste à déterminer les mesures oculaires et optiques permettant la fabrication et le montage précis de verres correcteurs sur une paire de lunettes à partir d'une image.

L'apport de la présente méthode est qu'elle garantit une mesure précise et fiable même si les caméras sont des caméras à forte ouverture de champ, comme des
25 webcams ou des caméras mobiles, et que la qualité des images n'est pas bonne : résolution faible et compression de l'image forte. Les autres méthodes quant à elles fonctionnent en théorie mais ne garantissent pas la précision nécessaire en pratique.

Cette demande de brevet est une déclinaison de l'analyse en 3D proposée dans le brevet FR 10 52001, sur des mesures à partir d'une seule image. Le procédé décrit
30 ici garantit une précision de 0.5mm, atteignable avec des caméras du marché, même de mauvaise qualité. Il est applicable en contexte 'internet', à la maison, avec des outils de tous les jours, et en magasin d'optique. Les solutions qui paraîtraient

évidentes à l'homme du métier sont analysées et leur invalidité théorique et pratique est expliquée.

5 Contrairement à l'art antérieur, nous proposons des solutions de mesures oculaires réalisables sans expert avec des capteurs grand public (donc dans tous les contextes) et ne nécessitant pas de disposer d'une mire complexe. La mire pourra être aussi bien un objet de taille connue se trouvant à disposition de l'utilisateur (carte de crédit par exemple) ou bien même son propre visage en 3D reconstruit métriquement. Nous proposons aussi un protocole particulier qui ne nécessite aucune mire dans la scène.

10

L'invention vise ainsi sous un premier aspect un procédé de détermination d'au moins une mesure oculaire (distance pupillaire, distance mono Pupillaire et / ou hauteurs) d'un utilisateur en utilisant un capteur d'images numériques, de type grand public. Le procédé utilise au moins une image de la tête de l'utilisateur, acquise par le capteur d'images, contenant un objet de taille connue, et les paramètres de calibrage de la caméra sont inconnus ou connus avec peu de précision.

15

La mesure est possible en une seule acquisition d'image, ou plusieurs, contrairement aux méthodes précédentes qui sont erronées avec une seule image, ou demandent un ensemble conséquent d'images pour proposer une solution fiable.

20

Dans des modes de réalisation :

- l'objet de taille connue est le visage de l'utilisateur.
- l'objet de taille connue est un objet plan.
- l'objet de taille connue est une paire de lunettes.

Dans un mode de réalisation particulier, la tête de l'utilisateur est disposée de face sur au moins une image.

25

Dans un mode de réalisation particulier, l'utilisateur est à une distance connue du dispositif d'acquisition et l'objet de taille connue est positionné à une distance connue de la zone faisant l'objet de la mesure oculaire.

Dans un mode de réalisation particulier, l'utilisateur est guidé par un système interactif d'aide au bon positionnement.

30

Dans un mode de réalisation particulier, le système interactif d'aide au bon positionnement est une forme dessinée sur l'écran d'affichage (une forme de visage par exemple).

Dans un mode de réalisation particulier, le système interactif d'aide au bon positionnement comporte des consignes issues d'un suivi en temps réel du visage de l'utilisateur.

35

Dans des modes de réalisation :

- le capteur d'images est calibré et acquiert des images en se déplaçant autour du visage de l'utilisateur qui regarde un point à l'infini.
- le capteur d'images est calibré et acquiert des images en se déplaçant autour du visage de l'utilisateur qui regarde des points affichés sur un écran.
- le capteur d'images est calibré et fournit une carte de profondeur de la scène. Le capteur d'images est alors par exemple de type Kinect –marque déposée-.

Brève description des figures

10 Les buts et avantages de l'invention seront mieux compris à la lecture de la description et des dessins d'un mode particulier de réalisation, donné à titre d'exemple non limitatif, et pour lequel les dessins représentent :

- figure 1 : une représentation schématique des paramètres pris en compte dans la mesure,
- 15 - figure 2 : une vue schématique d'une image obtenue par la caméra,
- figure 3 : un schéma des éléments intervenants dans la prise de mesures.

Description détaillée d'un mode de réalisation de l'invention

Report de mesure et systèmes existants : analyse

20 Afin d'obtenir la mesure d'une grandeur particulière (PD, monoPD, hauteur) à partir d'une image, nous proposons d'effectuer un report de mesure. En effet, connaissant la taille réelle d'un objet présent dans l'image, il est possible d'obtenir une estimation de la taille réelle de la grandeur souhaitée en comparant leur taille en pixel dans l'image. Contrairement aux systèmes existants n'imposant pas de contraintes sur le regard du sujet et sur la façon de positionner l'objet mire, notre procédé permet
25 d'utiliser le report de mesure de manière optimale en contrôlant ainsi la précision de la mesure.

En effet, l'ensemble des protocoles proposés sont soumis à des erreurs de parallaxe et de reports induites par la distance entre l'objet de référence et l'objet à mesurer, à savoir les mesures de distance oculaire, ainsi que l'orientation des plans
30 contenant objets de référence et objet de mesure. Bien qu'en théorie il soit possible d'effectuer un report de mesure de deux objets dans une image, la précision nécessaire pour les mesures oculaires n'est jamais garantie lors de la réalisation du protocole, du fait de contraintes théoriques et pratiques non respectées.

Nous listons ici les cas d'erreur pour une mesure à partir d'une seule image et d'une caméra quelconque. Ces cas d'erreur sont communément commis dans toutes les techniques de reports de mesure existantes à partir d'un objet connu.

5 Au niveau du protocole de réalisation, nous considérons que l'utilisateur positionne une mire (objet de dimensions connues) plane en l'appuyant contre son visage, centré au niveau des yeux, c'est-à-dire sur la bouche ou sur le front, afin de former un système rigide visage/mire.

10 Dans le cas d'une image fixe (issue d'une photographie, vidéo ou flux temps-réel), nous considérons inconnus les paramètres intrinsèques de la caméra. Si nous considérons un modèle en trou d'épingle, le paramètre le plus influent pour les erreurs est la distance focale, et dans une moindre mesure pour les caméras actuelles, la position du centre optique et les distorsions radiales. Lors de la prise de vue, des erreurs de réalisation pratiques, qui influent sur les valeurs et les confiances de ces paramètres, peuvent survenir et se combiner entre elles, mais aussi avec les
15 imprécisions des paramètres de la numérisation de l'image : résolution, qualité et dynamique (compensations, etc.) du capteur, compression de l'image.

Pour les paramètres liés au modèle de caméra et à la scène, et pour un report de mesure 2D dans le plan image, entre la mire de taille connue, et la grandeur à mesurer, la distance entre les centres des pupilles, on note les configurations
20 suivantes :

Relation du système rigide utilisateur/mire (noté dans la suite UM), par rapport à la caméra (voir [figure 1](#))

- Position :
 - 25 ▪ Distance : plus le système Utilisateur / Mire (UM) est proche de la caméra, moins les relations de distances entre les points visibles de la mire et du visage sont conservées entre l'image et la scène 3D. Ces relations et points du système utilisateur / mire UM en 3D peuvent même disparaître dans l'image en fonction de la
30 distance à la caméra, comme par exemple les oreilles qui disparaissent du champ de visibilité lorsqu'on s'approche très près. Plus le système utilisateur / mire UM est loin de la caméra, plus l'on se rapproche d'un modèle de projection orthographique, c'est-à-dire que les relations de mesure visibles sur l'image sont conservées par
35 rapport à la réalité. Cela est vrai pour tous les points qui ne sont pas situés sur un plan fronto-parallèle au plan image de la caméra.

5 ▪ Position dans l'image : plus le système utilisateur / mire UM est aligné avec l'axe optique, et donc centré dans l'image pour la majorité des caméras, moins il y a d'erreur sur la mesure. Si les plans mire et mesure à effectuer (distance pupillaire) sont confondus, le report de mesure peut comporter un biais si les grandeurs à mesurer ne sont pas centrées. Lorsqu'on effectue un report de mesure pour une grandeur horizontale et que le sujet est bien centré dans l'image, alors l'erreur de report de distances est centrée, et ne dépend plus que de la distance entre les plans de mesure et de référence si ces plans sont fronto-parallèles à la caméra.

10 Ainsi, pour effectuer un report de mesure, le système utilisateur / mire UM doit se situer loin de la caméra (appelée faible perspective, proche de la vue orthographique) et au centre de l'image. Il doit aussi être symétrique et centré entre les grandeurs à mesurer (distance entre les yeux) et les grandeurs de référence (objet mire) selon les dimensions nécessaires à la mesure.

15 ○ Orientation : dans le cas où le système est orienté par rapport à la caméra (visage tourne vers la droite ou la gauche, ou haut ou bas), il n'est possible d'effectuer un report de mesure qu'on appellera suffisant que dans le cas où grandeur de référence et grandeur à mesurer unidimensionnelle sont sur le même plan, centrées, de taille comparable, et d'orientation faible. Sinon, en théorie (voir par exemple : "Multiple View Geometry") les transformations projectives ne conservant que le birapport, il faut une relation particulière entre 8 points de la scène pour pouvoir effectuer le report de mesure. Cette configuration est possible et amène à une interprétation métrique 3D. Par contre, pour un report de mesure 2D sur l'image, les erreurs vont grandir très vite avec l'orientation, d'autant plus vite que les grandeurs à mesurer sont décentrées.

30

Relation Objet mire, caméra

Les conclusions sont ici les mêmes que ci-dessus.

Relation Objet mire, visage

35 ○ Position profondeur : si l'objet mire est dans le même plan que la grandeur à mesurer, alors, un report peut être fait. Si les plans sont décalés

en profondeur par rapport à la caméra, l'erreur de report de mesure commise va dépendre de la relation entre la distance caméra et la distance Mire/Utilisateur. Plus le couple utilisateur / mire UM est loin de la caméra, plus l'erreur de report due au décalage de profondeur est petite. Plus le couple utilisateur / mire UM est près, plus l'erreur de mesure est importante au regard de la précision attendue.

5

- Position et éloignement : plus l'objet mire est éloigné des yeux, plus l'erreur sur le report est grande. En effet, les erreurs de parallaxe dues à la position dans l'image interviennent dans la mesure elles-mêmes de chaque entité et faussent le rapport entre les objets mire et yeux. Si l'on considère que le visage est situé au centre de l'image le long d'un axe de symétrie vertical passant par le nez, alors on positionnera aussi la mire telle que la mesure soit répartie équitablement de part et d'autre de la projection du centre optique dans l'image, afin de limiter les erreurs de parallaxe intrinsèques à la position de la mire et relativement à la grandeur à mesurer sur le visage.

10

- Orientation : l'orientation apporte aussi le problème de parallaxe vu plus haut.

15

- Forme de l'objet : l'objet doit être petit (autour d'une dizaine de centimètres) et plan, afin de tenir le plus stablement possible sur la bouche et le menton, ou sur le front. Des objets mire trop grands, lourds ou épais ne permettent pas une telle stabilité. Un Smartphone qui afficherait une image plane peut être utilisé, mais son poids comparativement à une carte de crédit ou un CD (Compact Disk) est plus important et apporte moins de confort de positionnement.

20

- Contact rigide : si l'objet mire n'est pas en contact rigide avec le visage, il n'y a aucune garantie pour le report de mesure. Le protocole pour lequel cet objet est tenu dans un plan de même profondeur que celui des yeux est soumis aux erreurs de parallaxe, et n'offre en pratique aucune garantie que le décalage de profondeur entre les plans est faible. Les utilisateurs commettent en général une erreur non centrée de l'ordre du centimètre, ce qui est trop imprécis pour atteindre la qualité de mesure désirée pour le report. Le contact doit être un contact plan, c'est-à-dire que l'objet mire doit avoir au moins 3 points de contacts non alignés, pour assurer la stabilité du positionnement. La solution qui consiste, dans le cas du protocole précédent, à mettre une carte de crédit en contact sur la

25

30

35

tranche au niveau des yeux, va nécessiter la rotation de la tête ainsi que la connaissance du calibrage pour retrouver à partir de plusieurs images la position et l'orientation de l'objet mire.

L'ensemble de ces contraintes favorise une mire de taille limitée, positionnée
5 autour de la grandeur à mesurer. La mire idéale est une paire de lunettes de taille connue sur la face, et de distance face-œil connue. Cette mire permet un placement idéal en position, et aide à une orientation de face par projection symétrique de la surface visible des branches dans l'image. Un autre type de mire qui correspond est une carte de crédit ou un CD, que l'on situe préférentiellement sur la zone bouche-
10 menton ou sur le front.

Relation point visé/caméra/utilisateur

Le système des iris est non rigide. On considère les centres des globes oculaires comme centres de rotation de l'œil. Sont visibles depuis la caméra l'iris et la pupille.

15 ○ Visée : lors des protocoles habituels de mesure réalisés dans les magasins d'optique, l'utilisateur regarde à l'infini afin de mesurer la mesure distance pupillaire à l'infini. On considère que la mesure du regard à l'infini peut être faite quand le sujet regarde à un point situé à plus d'une distance seuil '**ds**' (généralement un mètre, mais on peut descendre à 70cm et
20 augmenter à l'infini), dans le cadre d'un report de mesure sur une image.

Les deux protocoles possibles dans le cadre de notre système sont les suivants :

1. L'utilisateur doit viser un point situé derrière la caméra à plus de la distance seuil *ds*.
25 2. L'utilisateur doit se situer à plus de la distance seuil *ds* et regarder la caméra ou un point proche.

○ Convergence : la vision de l'utilisateur est plus ou moins précise, et sa capacité de convergence sur le point à viser peut varier. Dans le cas général, l'utilisateur ayant un problème de vue, sa capacité à viser correctement est
30 limitée. Le fait qu'il soit à un peu moins d'un mètre du point de visée ne perturbe pas précision de la mesure. Pour un utilisateur qui voit bien, sa capacité à bien converger va imposer de se tenir loin pour respecter les conditions de visée à l'infini, qui permettent la mesure 2D.

Plus l'utilisateur est loin de la caméra, moins l'erreur de convergence ou visée
35 sera importante.

Précision de l'image et indices de mesure

Une autre source d'erreur est la précision de l'image. Afin de pouvoir effectuer un report de mesure, il faut repérer sur l'image obtenue des amers, qui permettent d'effectuer le report. En général, les systèmes proposés demandent de spécifier une longueur connue sur l'objet mire et le centre des pupilles sur les yeux. Le problème
5 alors rencontré et non traité par les systèmes existants est l'erreur de pointage et de repérage de ces amers, qui est faite par un humain le plus souvent, ou un algorithme de reconnaissance, mais dont l'imprécision est telle que c'est une source d'erreur plus importante que l'erreur de parallaxe décrite plus haut pour des capteurs classiques.

10 D'une part, le système de numérisation de la scène réelle à l'image numérique finale additionne un nombre de traitements classiques inhérents aux capteurs numériques grand public : quantification, compression [autres]. La qualité des capteurs augmente avec le temps, mais la qualité de l'image n'est pas toujours bonne à cause de la combinaison de plusieurs facteurs connus comme la sensibilité du
15 capteur, les conditions lumineuses, le temps de transfert matériel de la donnée numérique qui impose des contraintes de taille et de compression. L'image finale est souvent bruitée, saturée ou manque de dynamique, ce qui a pour effet de limiter la précision de la localisation des amers. Les capteurs peuvent avoir des résolutions élevées, les algorithmes de compression apportent beaucoup d'imprécision sur les
20 contours ou en hallucinent de nouveaux. Sur un capteur HD webcam le contour d'un objet plan peut faire plusieurs pixels de large.

D'autre part, le repérage d'amers stables entre les images est difficile à cause de l'imprécision de l'image. Les systèmes actuels laissent l'utilisateur référencer ces amers, qui ne sont pas des opérateurs experts. L'erreur commise sur le pointage de
25 l'amer désiré est très grande. Les algorithmes de détection n'étant jamais fiables à 100%, particulièrement pour des données très bruitées, les systèmes automatiques peuvent obtenir des erreurs aussi grossières qu'un humain inexpérimenté. La précision de pointage de l'amer étant perturbée par la visibilité et le pointage lui-même, les erreurs s'additionnent et on peut atteindre des erreurs de plusieurs pixels.

30 Sur les images de capteurs grand public, et avec les contraintes de placement de l'utilisateur, ces pixels d'erreur représentent plusieurs millimètres, ce qui rend la précision de la mesure de la distance pupillaire insuffisante.

Solutions générales pour l'analyse. Protocole et outils pour garantir les contraintes

Nous déduisons de l'analyse précédente les protocoles optimaux en fonction des types de capteur grand public:

5 Avec une seule image :

• Appareil photo: Avec des bons capteurs, comme des appareils photos, le protocole idéal est de se positionner de face et à plus de deux mètres. Il faut alors deux personnes (une pour prendre la photo), ou disposer d'un déclencheur automatique. En pratique, la position et l'orientation du système
10 UM ne sont pas garantis : il faut que les deux personnes aient la même taille pour éviter les erreurs de parallaxe dus à la position, et obtenir une image pour laquelle l'orientation du visage est faible. Il faut donc réaliser un alignement des positions et orientations respectives des systèmes UM et caméra. Un protocole possible est que les deux personnes soient assises sur
15 des chaises, afin de limiter leur différence de taille, à une distance la plus éloignée telle que l'utilisateur peut encore regarder l'objectif. Deux mètres sont suffisants en pratique. L'alignement des orientations entre les systèmes UM et caméra peut être faite avec les recommandations de positionnement de l'utilisateur proposées dans ce brevet. Comme le système de prise de vue n'a
20 pas d'écran, les indications de positionnement ne sont pas effectuées par le logiciel mais par la personne qui prend la photo.

• Webcam : la webcam, intégrée ou non, est positionnée en général au-dessus de l'écran. Mêmes pour les capteurs de qualité, la compression de l'image est souvent forte, ainsi que la présence de traitements de l'image qui
25 modifient les contours, et le réglage des paramètres de luminosité, balances des blancs et autres paramètres souvent adaptés de manière automatique très influents. Ces effets perturbent la position perçue des amers. La webcam se règle pour une lumière neutre. L'utilisateur se place assis face à la caméra. Le programme qui contrôle la caméra prend la photo automatiquement.
30 L'utilisateur devant être le plus loin possible, il faut trouver le meilleur compromis entre taille dans l'image qui doit être maximale et distance à la caméra. L'utilisateur doit se placer environ à une distance d'un bras, entre 70cm et 1m. Le programme lui retourne en temps réel l'image du flux acquis sur l'écran, et l'image est zoomée et contient un guide ovale en son centre tel
35 que l'utilisateur se place dedans. Ainsi, les contraintes de centrage et position sont respectées.

Un guide sur la visibilité des deux oreilles pour l'angle d'orientation gauche-droite, ainsi qu'un guide d'alignement des yeux horizontal avec l'axe du dessus des oreilles (endroit où les branches sont posées) pour l'orientation haut-bas sont affichés.

5 Une variante à l'affichage d'un guide est de mettre en place un système de suivi de visage en 3D qui permet de prendre la photo optimale (meilleure pose 3D du visage) en faisant des retours temps réel sur l'orientation du visage de l'utilisateur.

10 • Capteur mobile (smartphone tablette) : les mêmes guides sont affichés grâce à un programme web ou une application. L'utilisateur peut se prendre seul avec la camera frontale qui lui renvoie son image, comme dans le cas de la webcam, ou peut être assistée d'une personne qui suit les guides pour permettre un bonne visée et réalisation du protocole, comme dans le cas ce
15 l'appareil photo. Le cas où l'utilisateur se prend seul est propice aux erreurs de réalisation du protocole, car toutes les contraintes que nous mettons à jour n'ont pas la garantie d'être respectées.

La variante décrite précédemment s'applique aussi dans ce cas.

Dans ces 3 cas décrits, une variante à l'utilisation d'une mire plane est possible
20 en utilisant le modèle 3D métrique du visage (ou d'une partie du visage) de l'utilisateur (possibilité de scanner son visage au préalable, possibilité d'uploader son modèle 3D dans l'application). Après un recalage entre des points 2D du visage issus de l'image et de leurs correspondants sur le modèle 3D métrique, la mire sera alors constituée d'au moins 2 points 3D particuliers du modèle 3D de visage. Selon la densité du
25 maillage 3D de visage de l'utilisateur, celui pourra alors aussi servir au suivi de visage proposé dans la variante précédente. En résumé, la connaissance du visage 3D métrique de l'utilisateur permet de faire un suivi de visage et le report de mesure sur des amers du visage 3D.

• Position et orientation du système UM

30 A partir de quelques images en nombre faible (inférieur à cinq), on considère que les yeux regardent un point à l'infini et que la direction du regard est alignée avec celle du système UM, c'est-à-dire dans une direction quasi perpendiculaire au plan de la mire plane. Si on considère que les yeux bougent et suivent un point indépendamment de l'orientation du visage, alors on revient
35 dans le cas du brevet précédent FR 10 52001, avec résolution 3D calibrée

nécessaire. On examine le cas pour lequel l'orientation de la caméra et du système UM ne sont pas alignés.

○ CAS 1 : système des yeux dans le même plan que le plan mire, un point de vue.

5 Si on considère le système des yeux dans un même plan ou un plan proche que celui de la mire, alors, pour une mire plane, on peut définir une relation homographique entre un espace de référence métrique et l'image. Cette relation peut s'écrire :

10 $x_{ref_i} = H * x_i$, avec x_i des points homogènes dans P^3 , espace projectif de dimension 3.

Il est alors possible d'effectuer un report de mesure non plus directement sur l'image entre les points x_i , mais dans un espace de l'image normalisée qui garantit la conservation des distances, entre les points x_{ref_i} , définis comme les images des x_i par une homographie H . La mise en œuvre de cette mesure corrigée peut s'effectuer à partir d'une seule vue ou de plusieurs images, à des position et orientation de UM différentes.

15 Cette approche permet de minimiser les erreurs de précision du référencement des points d'intérêt dans les images.

CAS 2 : système des yeux dans des plans différents que celui de la mire, un point de vue

25 On ne peut pas effectuer de rapport de mesure fiable dans ce cas général à partir d'une seule image, à part dans le cas où l'orientation est faible et la distance UM à la caméra est grande, ou les erreurs sont négligeables devant l'échelle de la mesure.

Avec plusieurs images :

30 • 1/ Si la caméra n'est pas calibrée, les scénarios décrits précédemment peuvent être utilisés sur plusieurs images ce qui permet de rendre la mesure robuste en s'intéressant à la statistique des mesures (comme par exemple la moyenne ou l'écart type).

35 • 2/ caméra en mouvement et utilisateur qui regarde un point à l'infini sans bouger. L'utilisateur qui réalise la prise de vue n'a besoin d'effectuer qu'un petit déplacement. La mire doit être visible dans le mouvement et

positionnée de manière rigide par rapport au visage. A partir d'un nombre grand d'images acquises (deux en théorie), ou d'une vidéo, on peut reconstruire en 3D par des techniques classiques le système rigide *UM* de façon métrique dans le cas où la caméra est calibrée.

5 Une variante est de remplacer la mire plane par l'utilisation d'un modèle 3D métrique du visage (ou d'une partie du visage) de l'utilisateur (possibilité de scanner son visage au préalable, possibilité d'uploader son modèle 3D dans l'application).

10 Si la caméra n'est pas calibrée, il n'est pas possible d'estimer la relation métrique entre la mire et les yeux, et on se ramène au cas où il faut la définir (même plan ou non, relation rigide 3D, etc.). Le problème pratique qui se pose est alors celui de la précision numérique de cette relation, qui dépend de la résolution d'image, de la distance et de la
15 taille de l'objet mire par rapport à la précision requise sur la mesure à effectuer. En général, pour une précision de l'ordre de 0.5 millimètres sur la distance pupillaire, la précision requise de la relation à définir entre caméra et yeux **CY** est du même ordre, ce qui est impossible à obtenir dans la réalité.

20 Prenons l'exemple que l'on connaît la taille et la morphologie 3D du visage de l'utilisateur, le visage constitue pour les yeux la meilleure mire que l'on peut obtenir. Si l'on veut mesurer la distance entre les centres des pupilles, alors il faut déterminer la relation de la profondeur du plan des pupilles par rapport à ce visage, et une erreur de l'ordre de demi-millimètre apporte une imprécision du même ordre.

25 Enfin, étant dans un contexte non calibré, la résolution avec relation homographique et une seule image est suffisante, puisqu'elle permet le report de mesure dans un espace normalisé. L'approche 3D ici décrite amène cependant une stabilité sur la mesure, puisque le nombre d'images et l'orientation de l'utilisateur qui réalise la prise de
30 vue avec la caméra permettent d'obtenir une statistique de la mesure, et de caractériser ainsi la loi de l'erreur commise.

Une manière de procéder est de reconstruire le système Yeux/Mire de la manière suivante (voir figure 1):

35 A / Trouver tout d'abord la transformation (Translation, Rotation) subit par l'ensemble des points de la mire dans chaque image acquise.

Pour chaque image, une minimisation par différence de points est réalisée (minimisation classiquement résolue par des algorithmes de type Gauss-Newton).

Nous cherchons à minimiser l'expression suivante :

$$argmin_{Rm, Tm} \sum_{i=1}^{nPts} [P_{2D}(i) - Proj(Dp(P_{3D}(i), Rm, Tm))]^2$$

5 avec

Rm, matrice de rotation 3D entre caméra et mire,

Tm, vecteur translation 3D entre caméra et mire,,

nPts, nombre de points projetés,

P_{3D}, coordonnées 3D de la mire,

10 **P_{2D}**, coordonnées 2D de la mire dans l'image (coins, points contours, points caractéristiques),

Proj, fonction projetant un point 3D dans l'image (modèle sténopé par exemple),

$$Proj(P_{3D}) = \begin{bmatrix} x/z \\ y/z \end{bmatrix}$$

15 où

$$\begin{bmatrix} x \\ y \\ z \end{bmatrix} = KM * P_{3D}$$

et **KM**, matrice de calibrage de la caméra (précisions dans la partie calibrage)

$$KM = \begin{bmatrix} f & 0 & u0 \\ 0 & f & v0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

20 **D_p**, étant la fonction appliquant la matrice de rotation R et le vecteur de translation **T** à un point 3D pour un déplacement en 3D

$$D_p(P_{3D}) = R * P_{3D} + T.$$

B/ Trouver ensuite la valeur de chaque variable **T_{SM}**, **R_{SM}** et **hpd** communes à l'ensemble des images acquises.

Avec :

25 **hpd**, distance entre le centre du système des yeux et le centre de chaque pupille,

Rsm, matrice de rotation 3D rigide entre la mire et le système des yeux,

Tsm, vecteur translation 3D rigide entre la mire et le système des yeux,

30 Sur l'ensemble des images, minimisation par différence de points

$$\underset{hp_d, Rsm, Tsm}{\operatorname{argmin}} \sum_{i=1}^{nPts} \sum_{j=1}^{nIm} \left[\operatorname{Proj}(Dp(Dp(P'_{3D}(i, hp_d), Rsm, Tsm), Rm(j), Tm(j))) - P'_{2D}(i, j) \right]^2$$

Avec :

Rm, matrice de rotation 3D de la mire (par image),

Tm, vecteur translation 3D de la mire (par image),

5 **nPts**, nombre de points projetés,

nIm, nombre d'images acquises,

P'3D, coordonnées 3D des pupilles,

P'2D, coordonnées 2D des pupilles dans l'image,

10 **Proj**, fonction projetant un point 3D dans l'image (par exemple par modèle sténopé),

Dp, fonction appliquant une matrice de rotation *R* et un vecteur de translation *T* à un point 3D pour un déplacement en 3D.

• 3/ Caméra fixe et utilisateur en mouvement qui regarde un point à l'infini. La mire doit être visible dans le mouvement et positionnée de manière rigide par rapport au visage. A partir d'un nombre grand d'images acquises, deux en théorie), ou d'une vidéo, on peut reconstruire en 3D par des techniques classiques le système rigide UM de façon métrique dans le cas où la caméra est calibrée.

20 Une variante est de remplacer la mire plane par l'utilisation d'un modèle 3D métrique du visage.

• 4/ Caméra calibrée fixe et utilisateur en mouvement qui regarde plusieurs points sur un écran/plan.

Une variante est de remplacer la mire plane par l'utilisation d'un modèle 3D métrique du visage.

25 • 5/ Caméra calibrée en mouvement et utilisateur fixe qui regarde plusieurs points sur un écran/plan.

Une variante est de remplacer la mire plane par l'utilisation d'un modèle 3D métrique du visage

30 • 6/ Caméra non calibrée fournissant une carte de profondeur (de type Kinect –marque déposée-). Un report de mesure peut être réalisé de manière plus précise puisque dans ce cas, la distance utilisateur caméra et caméra-mire sont connues. Elles ne sont plus simplement estimées comme dans les protocoles avec une seule image.

- 7/ Caméra calibrée fournissant une carte de profondeur (de type Kinect –marque déposée-). Dans ce cas aucune mire n'est nécessaire. Connaissant le calibrage de la caméra ainsi que la profondeur du visage dans la scène, on en déduit directement la distance entre les pupilles.

5

Solution proposée de report simple avec précision <0.5mm pour un capteur grand public sans calibrage

Architecture du système

- Une caméra : webcam, appareil photo, tablette, caméra carte de profondeur,
- Un calculateur, un écran,
- Un protocole précis de positionnement Utilisateur, Mire, Caméra U, M, C,
- Un ensemble de consignes interactives qui permet de respecter ce positionnement sans erreur,
- Un outil de référencement avec consignes des amers,
- Un calcul de report de mesure corrigé.

15

Des mires aux propriétés suivantes :

- Surface de contact suffisante pour assurer une stabilité sur le visage
- Autour des yeux, ou le plus proche possible : centré et près des éléments dont on veut effectuer les mesures.
- Des objets qui contiennent une certaine symétrie pour un positionnement aisé.
- Exemples de mire :
 - des lunettes de dimensions et distance face-œil connue (en général 15mm).
 - Une carte de crédit
 - Un CD
 - Un visage de dimensions connues, ou d'éléments constitutifs mesurés (comme les coins des yeux)

25

30

Protocole et indications de réalisation

Le sujet doit se placer à une distance connue (ou estimable) du dispositif d'acquisition d'image et regarder devant lui (un point particulier ou le dispositif d'acquisition par exemple) en plaçant un objet rigide de taille connue (mire) à une distance connue (ou estimable) du plan contenant les pupilles. Il est rappelé que dans

35

le cas où le visage 3D métrique de l'utilisateur est connu, la mire plane n'est pas nécessaire.

Une acquisition d'image du sujet est alors réalisée lorsque sa tête est bien droite face à la caméra (oreilles et yeux quasiment alignés). Idéalement, les 2 oreilles du
5 sujet doivent être visibles de manière équivalente. Un flux vidéo peut être enregistré pendant que l'utilisateur effectue un mouvement particulier de la tête permettant de choisir l'image la plus appropriée. L'image peut aussi être automatiquement choisie grâce à un suivi de visage 3D.

Le placement idéal de l'objet rigide se situe à une distance fixe ou estimable
10 (statistiquement) du plan contenant les pupilles, une face de l'objet mire devant se trouver le plus parallèle possible à ce plan contenant les pupilles. Par exemple, l'objet rigide peut se trouver sur le front, sur une joue ou sur la bouche.

Les indications pratiques sont les suivantes dans le cas où la mire est une carte de crédit:

15 1. L'utilisateur se positionne assis devant son écran, à une distance d'un bras tendu de la caméra, supposée située en haut de l'écran et centrée. Il doit voir son visage centré dans l'écran.

2. S'il est porteur de lunettes, il les retire. Pour la majorité des corrections, notre protocole permet de garantir la qualité de la mesure sans avoir besoin de
20 retirer les lunettes.

3. Il positionne la carte sur sa bouche, en veillant à exercer une pression suffisante avec son index pour que la carte soit fixée et respecte la condition de stabilité plane.

4. L'utilisateur règle ensuite l'orientation de sa tête en veillant à ce que
25 a. En hauteur : la ligne horizontale passant par ses pupilles, ou les coins de ses yeux, soit de même hauteur dans l'image que les points de début d'oreilles au niveau des tempes, soit les points sur lesquels reposeraient des branches de lunettes.

b. En largeur : garantir que l'utilisateur voit les parties gauche et
30 droite de son visage de manière symétrique, grâce à des indices. En positionnement, cela a été traité au point 1. En orientation, cette garantie s'effectue en donnant à l'utilisateur des repères sur l'image qui garantissent une orientation de face sans avoir tourné la tête trop à gauche ou à droite. Par exemple, les deux oreilles doivent être visibles.

35 Les oreilles étant dans un plan éloigné d'au moins 10cm derrière les yeux, tout angle même faible de la tête entraîne un déplacement

conséquent de ces objets dans l'image, et une invisibilité due à l'occultation provoquée par la tête depuis le point de vue de la caméra. Les oreilles disparaissent très vite si la tête n'est pas alignée en direction avec la visée de la caméra.

- 5 5. L'utilisateur regarde la camera
 6. Le logiciel prend la photo

Une variante :

- 10 1. L'utilisateur se positionne assis devant son écran, à une distance d'un bras tendu de la caméra, supposée située en haut de l'écran et centrée. Il doit voir son visage centré dans l'écran.
2. S'il est porteur de lunettes, il les retire. L'utilisateur tient la carte à sa disposition.
3. Détection et suivi de visage 3D.
4. Le suivi de visage aide l'utilisateur à bien positionner son visage.
- 15 5. L'utilisateur porte la carte sur sa bouche et regarde la caméra.
6. Le logiciel prend la photo.

Une autre variante (dans le cas où le visage métrique est connu):

- 20 1. L'utilisateur se positionne assis devant son écran, à une distance d'un bras tendu de la caméra, supposée située en haut de l'écran et centrée. Il doit voir son visage centré dans l'écran.
2. S'il est porteur de lunettes, il les retire.
3. Détection et suivi de visage 3D métrique.
4. Le suivi de visage aide l'utilisateur à bien positionner son visage.
5. L'utilisateur regarde la caméra.
- 25 6. Le logiciel prend la photo.

Les indications et retours interactifs sont les suivants :

- 30 1. Positionnement : une image du positionnement. Un guide symétrique (rectangulaire, ovale) centré dans l'image dont la taille dépend de la résolution de la caméra et d'une longueur focale supposée. Ce cadre permet à l'utilisateur de valider son positionnement en déplacement et profondeur par rapport à la caméra. Des lignes verticales ou horizontales peuvent être ajoutées pour aider à la hauteur du positionnement des yeux ou à la symétrie horizontale du visage.
2. Une indication pour retirer ses lunettes
- 35 3. Un ou plusieurs exemples de positionnement
4. Des guide facultatifs pour la prise de vue : u

- 5 a. En hauteur : une série de 3 lignes parallèles horizontales indiquant la ligne des yeux sur laquelle se positionner et la variabilité autorisée au-dessus ou au-dessous, correspondant à une rotation verticale de la tête vers le haut ou le bas, qui permet la précision attendue de la mesure.
- b. En largeur : des indications visuelles sur la visibilité.

Calcul du report de mesure entre la mire et la distance oculaire à mesurer

10 La résolution de la mesure consiste à faire un report de mesure entre la taille de l'objet mire et la taille en pixels de la grandeur à mesurer sur l'image acquise. En effet, en considérant l'objet mire et la grandeur à mesurer dans le même plan, la relation entre le nombre de pixels définissant une grandeur de l'objet mire et sa taille réelle sert de référence pour calculer D , la distance entre:

- les centres des pupilles, dans le cas du calcul du PD .
- 15 • le centre d'une pupille et l'arête nasale du sujet (ou le centre de la monture), dans le cas du calcul du $monoPD$.
- le bas de la monture d'une paire de lunettes et le centre d'une pupille, dans le cas du calcul de la hauteur.

20 La mesure D en mm est alors estimée par $D = dP * tMM / tMP$. Avec dP , la distance D exprimée en pixels (dans l'image), tMM la grandeur mesurable de l'objet rigide (mire) en mm et tMP , la taille de la mire en pixels sur l'image acquise (voir figure 1 et figure 2).

Pour plus de précision, des correctifs d'amélioration peuvent être apportés :

25 Si la distance focale (fe) du dispositif d'acquisition est inconnue, elle peut être estimée par $fe = dC * tMP / tMM$. Avec dC , la distance (connue, estimée ou supposée) entre le sujet et le dispositif d'acquisition en millimètres (voir figure 3).

30 La taille de la mire en pixels sur l'image acquise peut alors être corrigée (la valeur corrigée est notée $tMP2$), il s'agit d'une estimation de la taille que l'objet mire aurait s'il se trouvait dans le plan des pupilles (dans le cas du calcul de PD et $monoPD$) ou des verres (dans le cas du calcul des hauteurs) :

$tMP2 = tMP * fe / (dC + pIO)$. Avec pIO , la profondeur (connue, estimée ou supposée) entre le plan contenant la grandeur connue de l'objet rigide (mire) et le plan contenant les pupilles (dans le cas du calcul de PD et $monoPD$) ou les verres (dans le cas du calcul des hauteurs).

35 La mesure D corrigée vaut : $dP * tMM / tMP2$.

Enfin, si la distance dC est inférieure à 60 cm et que le regard du sujet ne se porte pas à plus de 1 m, un correctif peut être ajouté pour passer de la distance pupillaire de près à celle de loin.

En pratique, un logiciel permettant l'acquisition et les calculs peut prendre la forme d'une application et/ou d'un site internet/plugin pour navigateur. Ce logiciel peut guider l'utilisateur quant au placement de sa caméra et à son positionnement du regard.

Dans le cas où le calibrage de la camera est connu, il est évident que l'estimation de la focale (f_e) n'est plus nécessaire, la précision de la mesure est donc améliorée.

10

Outil de traitement pour la précision des indices image

Afin de permettre une grande précision de référencement des indices, nous proposons une interface adaptée. Cette interface peut être utilisée par l'utilisateur final, mais est surtout prévue pour être utilisée par un expert formé afin d'assurer une stabilité de traitement.

15

L'expert utilise cette interface pour :

1. repérer les erreurs de positionnement et d'orientation.

2. Choisir la meilleure photo selon des critères de qualité de réalisation de protocole, mais aussi de visibilité des indices. L'expert peut refuser des photos de qualité non suffisante pour repérer les indices ou qui montrent une réalisation de protocole insuffisante. L'architecture du système permet alors de recontacter l'utilisateur afin qu'il réalise une prise de vue supplémentaire dans de meilleures conditions.

20

3. référencer les indices image qui permettent la mesure.

25

Fonctionnalités de l'interface revendiquées

Afin de garantir le maximum de précision lors du placement des amers, l'interface garantit à tout moment et dans la même visualisation :

1. une vue globale de la scène

30

2. une vue zoomée locale de la partie de l'image ou l'indice est à référencer.

3. Des guides et indications de positionnement pour les cas difficiles

Ces vues couplées permettent à l'utilisateur expert d'être précis et de parfaire son apprentissage du référencement.

Lors de la présentation de l'image à référencer, celle-ci a déjà été zoomée sur les parties intéressantes pour la vue globale, grâce au positionnement de l'utilisateur maîtrisé lors du protocole.

5 ***Référencement des amers des yeux***

Afin de référencer les centres des yeux, nous proposons le placement d'un cercle muni de lignes de visées pointant vers le centre du cercle sur l'iris par l'utilisateur expert. Le placement doit être effectué tel que la courbure du cercle suive celle de l'iris à égale distance euclidienne en chaque point. Lors de ce placement, la partie zoomée
10 de l'interface permet d'être très précis.

Référencement des amers de la mire

Pour une carte de crédit, l'interface propose une approche globale et locale au niveau de la manipulation de la forme de référencement. Un rectangle est présenté à
15 l'utilisateur, de taille et de positions proches de celles attendues sur l'image. Ce rectangle possède quatre points de contrôle. Un mode global de déformation permet de gérer une déformation en échelle et rotation, avec un ratio fixé largeur/hauteur. Normalement, la carte bien positionnée lors de la réalisation du protocole doit présenter une image qui permet d'aligner le modèle géométrique de l'interface avec
20 l'image.

La partie zoomée de l'interface permet de gérer les incertitudes locales dues aux problèmes de compression et quantification de l'image. Le deuxième mode de modification de la forme géométrique de la carte permet de modifier la position des points un à un et indépendamment des autres. Ces points étant reliées entre eux,
25 l'utilisateur expert peut visualiser la ligne formée entre ces points et ainsi suivre la silhouette de la carte exactement. La forme géométrique épouse alors les contours de la déformation projective de l'image la carte réelle. Si cette déformation est trop importante, cela donne une indication sur la qualité de réalisation du protocole. Souvent, les problèmes de compression de l'image et de quantification inadaptée
30 surviennent dans les zones de faible contraste. Ainsi, les contours ne sont plus visibles tout au long des bords. L'utilisateur expert peut alors choisir les zones les plus pertinentes sur lesquelles s'appuyer. Une bande noire étant présente au dos de la carte, le contraste peut être fort à ce niveau, et le rectangle géométrique peut être adapté sur cette bande si nécessaire.

35 On a une précision locale compensée par une cohérence globale pour le référencement. Enfin, des algorithmes d'apprentissage peuvent être mis en place pour

garantir ces contraintes lors d'un ajustement de modèle géométrique sur l'image exemple (contour, texture, etc.).

La distance utilisée pour la mesure, est la distance située au niveau du haut de la bande, qui correspond aux points d'appuis les plus stables de la carte sur le visage, et pour lesquelles les hypothèses émises pour le report sont les plus fiables.

Pour tout autre objet plan, on veillera à respecter la possibilité de déformations projectives sur la silhouette de l'objet considéré, afin de coller au maximum à sa silhouette sur l'image. Ainsi, pour un CD, on ajustera un double cercle qui pourra se transformer en ellipse.

Ces référencements sont valides autant pour le protocole avec personne de face que celui avec personne orientée et utilisation d'un espace normalisé par relation homographique.

Extensions

Système multi-caméra calibré : reconstruction 3D

1. Rien ne bouge, regard à l'infini
2. Les yeux regardent un point qui se déplace sur un écran

Le procédé ici décrit, garantit une réussite de la mesure grâce à :

- un protocole facile à comprendre et à réaliser,
- des guides interactifs
- un outil d'annotation facile à comprendre et utiliser qui garantit la précision de l'annotation des amers nécessaires à la mesure.

Le procédé s'affranchit des erreurs de parallaxe et de détection, et garantit les bonnes conditions et corrections pour un report de mesure juste.

REVENDEICATIONS

1. Procédé de détermination d'au moins une mesure oculaire (distance pupillaire, distance mono Pupillaire et / ou hauteurs) d'un utilisateur en utilisant un capteur
5 d'images numériques, de type grand public, caractérisé en ce que ledit procédé utilise au moins une image de la tête de l'utilisateur, acquise par le capteur d'images, contenant un objet de taille connue, et en ce que les paramètres de calibrage de la caméra sont inconnus ou connus avec peu de précision.

2. Procédé selon la revendication 1 tel que l'objet de taille connue soit le visage
10 de l'utilisateur.

3. Procédé selon la revendication 1 tel que l'objet de taille connue soit un objet plan.

4. Procédé selon la revendication 1 tel que l'objet de taille connue soit une paire de lunettes.

5. Procédé selon la revendication 1 tel que la tête du sujet soit de face sur au
15 moins une image.

6. Procédé selon les revendications 1 et 4 tel que le sujet soit à une distance connue du dispositif d'acquisition et tel que l'objet de taille connue soit positionné à une distance connue de la mesure oculaire.

7. Procédé selon les revendications 1, 4 et 5 tel que le sujet soit guidé par un
20 système interactif d'aide au bon positionnement.

8. Procédé selon les revendications 1, 4, 5 et 6 tel que le système interactif d'aide au bon positionnement soit une forme dessinée sur l'écran d'affichage.

9. Procédé selon les revendications 1, 4, 5 et 6 tel que le système interactif d'aide
25 au bon positionnement comporte des consignes issues d'un suivi temps réel de visage.

10. Procédé selon la revendication 1 tel le capteur grand public soit calibré et acquiert des images en se déplaçant autour du visage de l'utilisateur qui regarde un point à l'infini.

11. Procédé selon la revendication 1 tel le capteur grand public soit calibré et acquiert des images en se déplaçant autour du visage de l'utilisateur qui regarde des points affichés sur un écran.

12. Procédé selon la revendication 1 tel le capteur grand public soit calibré et fournisse une carte de profondeur de la scène.

1 / 2

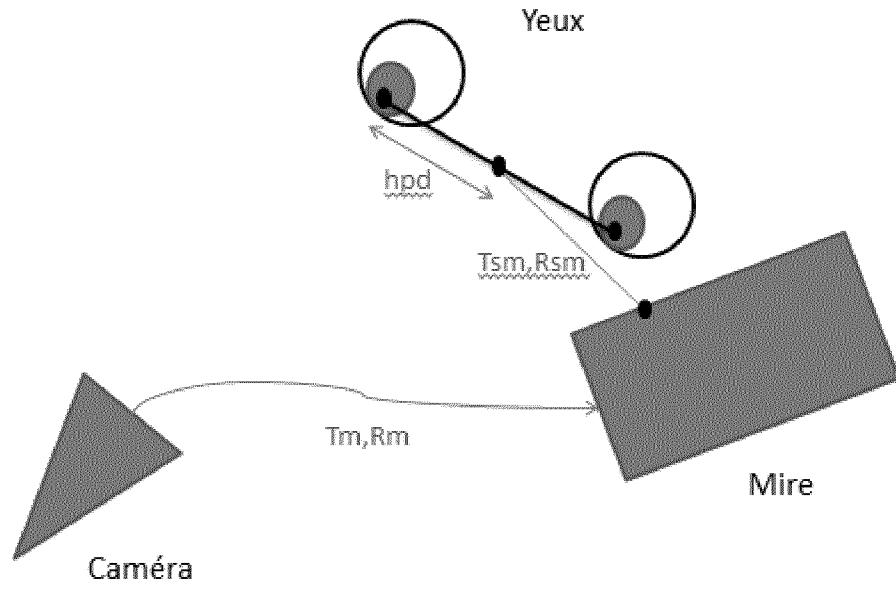


Figure 1

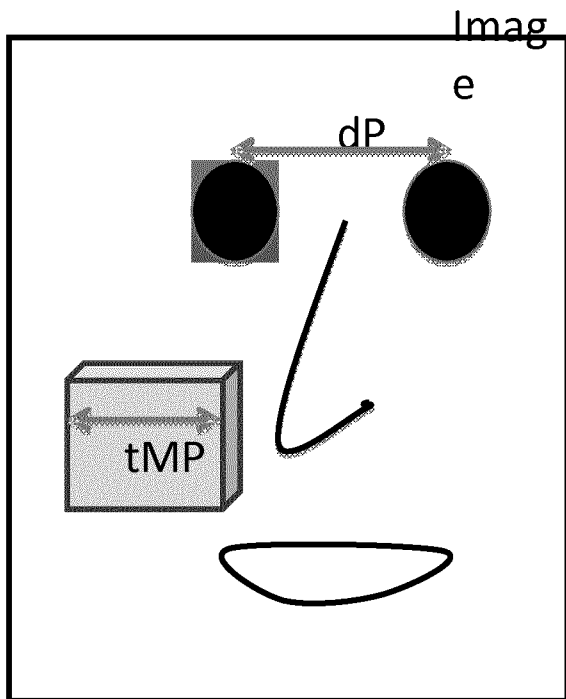


Figure 2

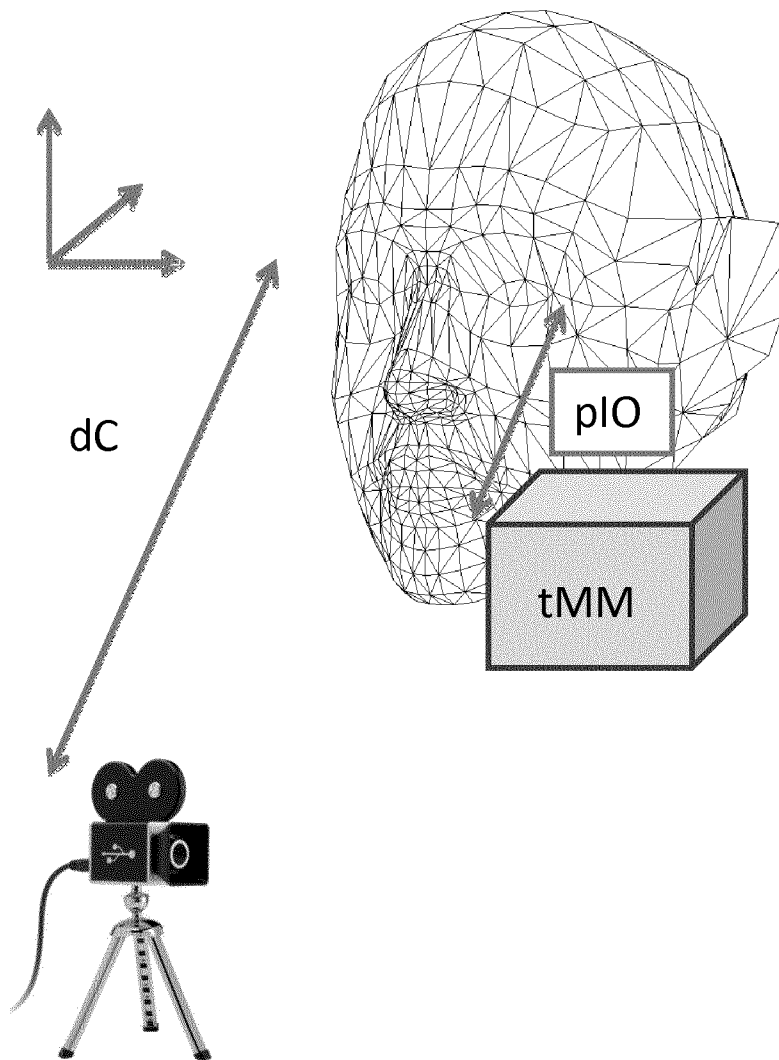


Figure 3

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2014/065266

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. A61B3/11 A61B3/14
ADD.
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)
A61B G06F G06T

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

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where 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	DE 102 07 316 A1 (ILMER MARKUS [DE]; HEUER EIKE [DE]) 11 September 2003 (2003-09-11)	1-6
Y	the whole document	7-12
X	WO 2011/113936 A1 (FITTINGBOX [FR]; CHOUKROUN ARIEL [FR]) 22 September 2011 (2011-09-22)	1
Y	the whole document	7-12
X	EP 1 728 467 A1 (HOYA CORP [JP]) 6 December 2006 (2006-12-06)	1
Y	abstract paragraph [0089] - paragraph [0141]	7-12
X,P	US 2014/152956 A1 (SILVA CESAR AUGUSTO DOS SANTOS [PT] ET AL) 5 June 2014 (2014-06-05)	1-12
	the whole document	
	----- -/--	

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 October 2014

Date of mailing of the international search report

23/10/2014

Name and mailing address of the ISA/

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

Authorized officer

Tommaso, Giovanni

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2014/065266

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 2013/045531 A1 (FITTINGBOX [FR]) 4 April 2013 (2013-04-04) abstract claims 1-23 figures 1-8 -----	1-12

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2014/065266

Patent document cited in search report	Publication date	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 10207316	A1	11-09-2003	NONE	

WO 2011113936	A1	22-09-2011	EP 2547248 A1	23-01-2013
			FR 2957511 A1	23-09-2011
			US 2013076884 A1	28-03-2013
			WO 2011113936 A1	22-09-2011

EP 1728467	A1	06-12-2006	EP 1728467 A1	06-12-2006
			JP 2010266892 A	25-11-2010
			WO 2005092173 A1	06-10-2005

US 2014152956	A1	05-06-2014	NONE	

WO 2013045531	A1	04-04-2013	EP 2760329 A1	06-08-2014
			FR 2980681 A3	05-04-2013
			FR 2980682 A1	05-04-2013
			US 2014253875 A1	11-09-2014
			WO 2013045531 A1	04-04-2013

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°

PCT/EP2014/065266

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE INV. A61B3/11 A61B3/14 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) A61B G06F G06T				
Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche				
Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si cela est réalisable, termes de recherche utilisés) 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	DE 102 07 316 A1 (ILMER MARKUS [DE]; HEUER EIKE [DE]) 11 septembre 2003 (2003-09-11)	1-6		
Y	le document en entier	7-12		

X	WO 2011/113936 A1 (FITTINGBOX [FR]; CHOUKROUN ARIEL [FR]) 22 septembre 2011 (2011-09-22)	1		
Y	le document en entier	7-12		

X	EP 1 728 467 A1 (HOYA CORP [JP]) 6 décembre 2006 (2006-12-06)	1		
Y	abrégé alinéa [0089] - alinéa [0141]	7-12		

X,P	US 2014/152956 A1 (SILVA CESAR AUGUSTO DOS SANTOS [PT] ET AL) 5 juin 2014 (2014-06-05)	1-12		
	le document en entier			

	-/--			
<table border="0" style="width: 100%;"> <tr> <td style="width: 50%; vertical-align: top;"> <input checked="" type="checkbox"/> Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents </td> <td style="width: 50%; vertical-align: top;"> <input checked="" type="checkbox"/> Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe </td> </tr> </table>			<input checked="" type="checkbox"/> Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents	<input checked="" type="checkbox"/> Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe
<input checked="" type="checkbox"/> Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents	<input checked="" type="checkbox"/> 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 octobre 2014	Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale 23/10/2014			
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 Tommaseo, Giovanni			

C(suite). DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		
Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
A	WO 2013/045531 A1 (FITTINGBOX [FR]) 4 avril 2013 (2013-04-04) abrégé revendications 1-23 figures 1-8 -----	1-12

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale n°

PCT/EP2014/065266

Document brevet cité au rapport de recherche		Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
DE 10207316	A1	11-09-2003	AUCUN	
WO 2011113936	A1	22-09-2011	EP 2547248 A1	23-01-2013
			FR 2957511 A1	23-09-2011
			US 2013076884 A1	28-03-2013
			WO 2011113936 A1	22-09-2011
EP 1728467	A1	06-12-2006	EP 1728467 A1	06-12-2006
			JP 2010266892 A	25-11-2010
			WO 2005092173 A1	06-10-2005
US 2014152956	A1	05-06-2014	AUCUN	
WO 2013045531	A1	04-04-2013	EP 2760329 A1	06-08-2014
			FR 2980681 A3	05-04-2013
			FR 2980682 A1	05-04-2013
			US 2014253875 A1	11-09-2014
			WO 2013045531 A1	04-04-2013