

⑤④ Procédé d'authentification d'un document d'identité, et dispositif pour mettre en œuvre le procédé.

②② Date de dépôt : 07.12.21.

③⑦ Priorité :

⑥⑦ Références à d'autres documents nationaux apparentés :

☐ Demande(s) d'extension :

⑦① Demandeur(s) : *IDEMIA France Société par Actions Simplifiée* — FR.

④③ Date de mise à la disposition du public de la demande : 09.06.23 Bulletin 23/23.

④⑤ Date de la mise à disposition du public du brevet d'invention : 10.01.25 Bulletin 25/02.

⑤⑥ Liste des documents cités dans le rapport de recherche :

Se reporter à la fin du présent fascicule

⑦② Inventeur(s) : AZUELOS Paul et LOSTANLEN Mateo.

⑦③ Titulaire(s) : *IDEMIA France Société par Actions Simplifiée*.

⑦④ Mandataire(s) : SANTARELLI.



Description

Titre de l'invention : Procédé d'authentification d'un document d'identité, et dispositif pour mettre en œuvre le procédé

- [0001] L'invention concerne un procédé d'authentification d'un document d'identité.
- [0002] Elle concerne également un dispositif configuré pour mettre en œuvre le procédé.
- [0003] Pour sécuriser un document d'identité, il devient plus fréquent qu'un document d'identité comporte un portrait 3D d'un individu, par exemple du titulaire du document, éventuellement couplé avec son portrait en 2D.
- [0004] Pour limiter les risques de contrefaçon, ou mieux déceler une contrefaçon, il est intéressant de pouvoir vérifier qu'un portrait est effectivement en 3D.
- [0005] Cependant, contrôler une rotation 3D d'un visage est difficilement quantifiable.
- [0006] Peu, voire aucun outil de contrôle automatique de la qualité d'un portrait 3D après personnalisation d'un document d'identité n'a été développé. Pourtant, il existe un besoin d'un tel outil de contrôle automatique sur le terrain, par exemple, pour limiter des risques de mauvaise vérification due à un agent de contrôle.
- [0007] Incidemment, il est donc apparu un besoin de disposer d'un procédé de contrôle permettant de vérifier qu'un portrait, théoriquement 3D, est effectivement en 3D.
- [0008] A cet effet, est alors proposé, selon un premier aspect de l'invention, un procédé d'authentification d'un document d'identité, le procédé comportant au moins :
- Une étape de fourniture d'un document d'identité comportant au moins un premier portrait représentant un visage ;
 - Une étape de détermination d'une direction d'observation du premier portrait, par exemple horizontale (par exemple de gauche à droite) ou verticale (par exemple de haut en bas) par rapport au portrait, ou toute combinaison des deux ;
 - Une étape d'identification d'au moins trois points caractéristiques du visage du premier portrait, incluant un premier point, un deuxième point et un point dit « médian » ;
- [0009] et pour différents angles d'observation le long de la direction d'observation :
- Une étape de mesure d'une première distance entre le premier point et le point médian du premier portrait selon un angle d'observation considéré parmi les différents angles d'observation ;
 - Une étape de mesure d'une deuxième distance entre le deuxième point et le point médian du premier portrait selon l'angle d'observation considéré ; et
 - Une étape de calcul d'un ratio entre la première distance et la deuxième distance, pour l'angle d'observation considéré, pour le premier portrait ;

- Une étape de traitement des ratios calculés pour chacun des différents angles d'observation pour le premier portrait ; et
- Une étape de validation du premier portrait comme portrait 3D en fonction d'un résultat de l'étape de traitement.

[0010] Par exemple, le résultat de l'étape de traitement peut être un résultat de comparaison d'un paramètre représentatif d'une évolution des ratios en fonction de l'angle d'observation par rapport à une valeur de référence.

[0011] Autrement dit, l'étape de traitement peut comporter une étape de détermination d'un paramètre représentatif d'une évolution des ratios en fonction de l'angle d'observation.

[0012] Par exemple, l'étape de traitement peut comporter une étape de comparaison du paramètre représentatif par rapport à une valeur de référence.

[0013] Par exemple, si le paramètre représentatif est supérieur à la valeur de référence, alors le premier portrait est validé en tant que portrait 3D, sinon le premier portrait n'est pas validé.

[0014] S'il est validé, l'étape de validation du premier portrait comme portrait 3D retourne un résultat positif, c'est-à-dire confirmant que le premier portrait est bien un portrait 3D.

[0015] S'il n'est pas validé, l'étape de validation retourne un résultat négatif.

[0016] Dans un exemple de mise en œuvre, l'étape de traitement, voire par exemple l'étape de détermination du paramètre représentatif, comporte :

- Une étape de détermination d'une courbe de tendance en fonction des ratios calculés pour chacun des angles d'observation, pour le premier portrait ; et
- Une étape de calcul d'au moins un coefficient directeur de la courbe de tendance pour le premier portrait.

[0017] La courbe de tendance représente ainsi une fonction mathématique modélisant une évolution des ratios calculés en fonction de l'angle d'observation.

[0018] Dans un exemple de mise en œuvre, la courbe de tendance est une droite de régression linéaire, et le coefficient directeur correspond alors à la pente de la droite.

[0019] Par exemple, le paramètre représentatif est une valeur absolue du coefficient directeur.

[0020] Ainsi, dans un exemple de mise en œuvre intéressant, l'étape de comparaison comporte une comparaison d'une valeur absolue du coefficient directeur par rapport à une valeur de référence, et si la valeur absolue du coefficient directeur est supérieure à la valeur de référence, l'étape de validation du premier portrait comme portrait 3D retourne un résultat positif, c'est-à-dire confirmant que le premier portrait est bien un portrait 3D.

[0021] Un résultat de l'étape de traitement est alors par exemple un résultat de comparaison de la valeur absolue de l'au moins un coefficient directeur calculé par rapport à la

valeur de référence.

- [0022] Par exemple, si une valeur absolue du coefficient directeur de la courbe de tendance est supérieure à une valeur de référence, alors le premier portrait est validé comme portrait 3D.
- [0023] Dans un exemple de mise en œuvre, la courbe de tendance est une droite de régression linéaire, et le coefficient directeur correspond alors à la pente de la droite.
- [0024] Dans un autre exemple de mise en œuvre, le paramètre représentatif est un écart des ratios calculés.
- [0025] L'étape de traitement, voire l'étape de détermination d'un paramètre représentatif, comporte alors par exemple une étape de détermination d'un écart des ratios calculés, pour tous les angles d'observation considérés, pour le premier portrait.
- [0026] L'écart peut par exemple être une différence entre un ratio maximal et un ratio minimal parmi tous les ratios calculés pour les différents angles d'observation le long de la direction d'observation.
- [0027] Ou par exemple, l'écart peut être un écart type d'une répartition de tous les ratios.
- [0028] De même que précédemment, l'écart déterminé peut être comparé à une valeur de référence.
- [0029] Par exemple, l'étape de comparaison comporte une comparaison de l'écart par rapport à une valeur de référence, et si l'écart est supérieur à la valeur de référence, l'étape de validation du premier portrait comme portrait 3D retourne un résultat positif, confirmant que le premier portrait est bien un portrait 3D.
- [0030] Un tel procédé permet ainsi de vérifier que le document d'identité comporte un portrait 3D en mesurant une variation de l'inclinaison du visage en fonction d'un angle d'observation du document d'identité.
- [0031] Dans le cas d'un portrait 2D, ce ratio varie peu en fonction de l'angle d'observation. Un coefficient directeur ou un écart correspondant sont donc très faibles, voire proches de zéro.
- [0032] Au contraire, pour un portrait 3D, ce ratio, ou l'écart, varie bien plus fortement en fonction de l'angle d'observation.
- [0033] Une telle variation dépend alors du portrait et/ou des angles d'observation, par exemple.
- [0034] En fonction des valeurs respectives de la première distance et de la deuxième distance, le ratio peut être supérieur ou inférieur à 1 (ou égal).
- [0035] En outre, en fonction du visage et/ou de la variation de l'angle d'observation selon la direction d'observation (par exemple de gauche à droite ou de droite à gauche, ou de haut en bas ou de bas en haut, ou toute combinaison des deux, de sorte que la direction d'observation peut être une direction quelconque, ce qui simplifie l'utilisation), la courbe de tendance obtenue peut être croissante ou décroissante en fonction des angles

d'observation. La courbe de tendance est par exemple monotone.

- [0036] Une valeur absolue du coefficient directeur supérieure à la valeur de référence signifie alors que la courbe de tendance est plus pentue qu'une portion de droite dont la pente est égale à la valeur de référence.
- [0037] La valeur de référence peut dépendre de chaque cas.
- [0038] Elle peut alors par exemple être préfixée par le fournisseur du document d'identité.
- [0039] Selon un exemple de mise en œuvre, la valeur de référence est un paramètre représentatif obtenu de la même manière pour un portrait 2D, comme décrit ultérieurement.
- [0040] Un tel procédé permet ainsi une authentification de paramètre de sécurité 3D.
- [0041] En outre, il ne requiert pas un enregistrement du document d'identité dans une base de donnée.
- [0042] Un tel procédé n'a pas non plus besoin d'un marquage d'indexation spécifique dans le document d'identité.
- [0043] Les points caractéristiques du visage sont par exemples choisis parmi des points caractéristiques habituels pour l'analyse d'un visage ; par exemple les premier et deuxième points peuvent correspondre aux coins extérieurs des yeux, tandis que le point médian peut correspondre au bout du nez.
- [0044] Le procédé d'authentification n'a pas besoin d'une connaissance préalable des paramètres caractéristiques du document d'identité, i.e. il n'a pas besoin de connaître des points caractéristiques d'un visuel du document. Le procédé est interopérable, il fonctionne ainsi sur tout document d'identité présentant au moins un portrait, voire par exemple un portrait 2D et un portrait 3D (en théorie).
- [0045] Par exemple, le procédé peut utiliser un algorithme de détection de visage, puis comporter une étape d'analyse, par exemple de la courbe de tendance, voire une étape de comparaison, par exemple de la courbe de tendance avec une courbe de référence, ou avec une courbe obtenue pour le même portrait en 2D.
- [0046] Selon une option intéressante lorsque le document d'identité comporte en outre un portrait 2D, théoriquement du même visage, le procédé comporte alors par exemple des étapes analogues à celles décrites précédemment, appliquées à un deuxième portrait, qui est un portrait 2D.
- [0047] Par exemple, le procédé, voire l'étape de traitement plus spécifiquement, comporte :
 - Une étape d'identification d'au moins trois points caractéristiques du visage du deuxième portrait, incluant un premier point, un deuxième point et un point dit « médian » ;
- [0048] et pour différents angles d'observation le long de la direction d'observation, par exemple possiblement les mêmes que ceux pour le premier portrait, le procédé comporte par exemple :
 - Une étape de mesure d'une première distance entre le premier point et le point

médian du deuxième portrait selon l'angle d'observation considéré parmi les différents angles d'observation ;

- Une étape de mesure d'une deuxième distance entre le deuxième point et le point médian du deuxième portrait selon l'angle d'observation considéré ; et
- Une étape de calcul d'un ratio entre la première distance et la deuxième distance, pour l'angle d'observation considéré, pour le deuxième portrait.

[0049] Bien que les angles d'observation puissent différer de ceux utilisés pour observer le premier portrait, la direction d'observation est par exemple la même, pour observer à la fois le premier portrait et le deuxième portrait.

[0050] Par exemple, l'étape de traitement peut alors comporter une étape de détermination d'un paramètre représentatif d'une évolution des ratios en fonction de l'angle d'observation pour le deuxième portrait.

[0051] Dans un exemple de mise en œuvre, l'étape de traitement peut en outre comporter une étape d'enregistrement du paramètre représentatif pour le deuxième portrait en tant que valeur de référence.

[0052] Dans un exemple de mise en œuvre, l'étape de traitement comporte en outre :

- Une étape de détermination d'une courbe de tendance en fonction des ratios calculés pour chacun des angles d'observation, pour le deuxième portrait ;
- Une étape de calcul d'au moins un coefficient directeur de la courbe de tendance pour le deuxième portrait.

[0053] La courbe de tendance pour les ratios du deuxième portrait est par exemple obtenue de la même manière que pour le premier portrait.

[0054] Il s'agit par exemple d'une interpolation linéaire également.

[0055] Dans un exemple de mise en œuvre, les points caractéristiques du visage du deuxième portrait correspondent aux points caractéristiques du visage du premier portrait.

[0056] Dans un exemple de mise en œuvre, l'étape de traitement peut comporter une étape d'enregistrement d'une valeur absolue du coefficient directeur de la courbe de tendance pour le deuxième portrait comme valeur de référence.

[0057] Ainsi, par exemple, la valeur absolue du coefficient directeur de la courbe de tendance pour le premier portrait comparée à une valeur de référence est alors comparée à la valeur absolue du coefficient directeur de la courbe de tendance pour le deuxième portrait.

[0058] Si le premier portrait est bien un portrait 3D, alors la valeur absolue du coefficient directeur de la courbe de tendance pour le premier portrait est supérieure à la valeur absolue du coefficient directeur de la courbe de tendance pour le deuxième portrait (qui est le portrait en 2D).

[0059] Dans un exemple de mise en œuvre, l'étape de traitement comporte une étape de

calcul d'un rapport entre le coefficient directeur de la courbe de tendance pour le premier portrait et le coefficient directeur de la courbe de tendance pour le deuxième portrait, en valeur absolue.

- [0060] La paramètre représentatif comporte par exemple le rapport entre le coefficient directeur de la courbe de tendance pour le premier portrait et le coefficient directeur de la courbe de tendance pour le deuxième portrait, en valeur absolue.
- [0061] Et par exemple, l'étape de comparaison d'un paramètre représentatif d'une évolution des ratios en fonction de l'angle d'observation par rapport à une valeur de référence comporte une comparaison du rapport à une valeur de référence correspondante.
- [0062] Par exemple, si le rapport est supérieur à un seuil prédéterminé, alors le procédé comporte l'étape de validation du premier portrait comme portrait 3D.
- [0063] Le seuil est par exemple supérieur à 1, par exemple au moins égal à 1.1, voire à 1.5, voire de préférence au moins égal à 2.
- [0064] Selon un autre exemple de mise en œuvre, l'étape de traitement comporte une étape de calcul d'un écart des ratios, représentant un étalement des ratios obtenus pour tous les angles d'observation pour le premier portrait.
- [0065] Selon une option intéressante, l'étape de traitement comporte une étape de calcul d'un écart des ratios, représentant un étalement des ratios obtenus pour tous les angles d'observation pour le deuxième portrait.
- [0066] Par exemple, la valeur de référence comporte l'écart des ratios obtenu pour le deuxième portrait.
- [0067] Par exemple, l'étape de comparaison d'un paramètre représentatif d'une évolution des ratios en fonction de l'angle d'observation par rapport à une valeur de référence comporte une comparaison de l'écart des ratios obtenu pour le premier portrait par rapport à l'écart des ratios obtenu pour le deuxième portrait.
- [0068] Pour chaque portrait, l'écart représente par exemple à un écart maximum entre les ratios calculés pour chacun des angles d'observation, i.e. par exemple une différence entre un ratio maximal et un ratio minimal obtenus pour le portrait, sur tous les angles d'observation.
- [0069] Il s'agit par exemple d'une technique simplifiée dans laquelle une courbe de tendance des ratios pour chacun des portraits est optionnelle.
- [0070] L'étalement des valeurs de ratio 2D et ratio 3D pris à différents angles sont comparés.
- [0071] Cette comparaison se traduit possiblement graphiquement par une courbe (par exemple une droite) avec un coefficient directeur comparable voire identique au rapport obtenu précédemment entre les coefficients directeurs des courbes pour les deux portraits.
- [0072] Un intérêt de cette approche est que l'angle d'observation n'a pas besoin d'être

déterminé, ou les ratios n'ont pas besoin d'être triés en fonction de l'angle d'observation. Il est juste préférable d'avoir plusieurs angles d'observation pour constater que les ratios d'un portrait 3D varient plus que pour un portrait 2D.

- [0073] Dans un cas où le premier portrait n'est pas 3D, la courbe de comparaison est raccourcie, voire s'assimile à un point, car dans ce cas les ratios des deux portraits seraient très semblables voire identiques.
- [0074] Selon une autre option intéressante, le procédé peut en outre comporter une étape de vérification d'une concordance du premier portrait et du deuxième portrait, par exemple selon un angle d'observation perpendiculaire à chacun du premier portrait et du deuxième portrait (par exemple noté $\alpha = 0^\circ$).
- [0075] Une observation perpendiculaire du portrait correspond généralement à une observation du visage de face. Ainsi, que le portrait soit en 3D ou en 2D, les deux images doivent alors correspondre lorsque les portraits sont authentiques.
- [0076] Une telle comparaison du premier portrait et du deuxième portrait contribuent à vérifier l'identité du titulaire.
- [0077] Une telle étape peut par exemple avoir lieu avant de vérifier si le premier portrait est bien un portrait 3D.
- [0078] Est également proposé, selon un autre aspect, un dispositif d'authentification d'un document d'identité, lequel est configuré pour mettre en œuvre les étapes du procédé tel que décrit précédemment.
- [0079] Par exemple, le dispositif comporte :
 - Un système optique configuré pour visualiser un premier portrait et identifier au moins trois points caractéristiques d'un visage du premier portrait, incluant un premier point, un deuxième point et un point dit « médian » ;
 - Un calculateur configuré pour mesurer une première distance entre le premier point et le point médian, mesurer une deuxième distance entre le deuxième point et le point médian et calculer un ratio entre la première distance et la deuxième distance, pour chacun parmi différents angles d'observation considérés, et pour traiter des ratios calculés pour chacun des différents angles d'observation, pour le premier portrait ;
 - Un afficheur configuré pour communiquer une information de validation du premier portrait comme portrait 3D.
- [0080] Un tel dispositif permet ainsi à un agent de sécurité ou autre utilisateur de savoir si le portrait contrôlé est effectivement un portrait 3D.
- [0081] L'information de validation peut comporter un affichage de valeur, et/ou un voyant, par exemple vert (si validation) ou rouge (si le portrait n'est pas validé comme portrait 3D par exemple).
- [0082] Selon une option intéressante, le dispositif peut en outre comporter une mémoire

configurée pour enregistrer au moins une valeur de référence.

- [0083] La mémoire peut aussi enregistrer plusieurs valeurs de référence, en fonction du paramètre représentatif considéré, par exemple incluant un seuil ou toute autre valeur utile.
- [0084] Par exemple, le calculateur peut en outre être configuré pour déterminer un paramètre représentatif d'une évolution des ratios en fonction de l'angle d'observation.
- [0085] Par exemple, le calculateur peut en outre être configuré pour déterminer un coefficient directeur d'une courbe de tendance des ratios calculés pour le premier portrait, et/ou l'écart des ratios.
- [0086] Par exemple, le calculateur peut en outre être configuré pour comparer le paramètre représentatif d'une évolution des ratios en fonction de l'angle d'observation par rapport à une valeur de référence correspondante.
- [0087] Par exemple, le calculateur peut être configuré pour comparer une valeur absolue du coefficient directeur de la courbe de tendance pour le premier portrait par rapport à la valeur de référence.
- [0088] Selon encore une option intéressante, le dispositif est en outre configuré pour appliquer les étapes susmentionnées à un deuxième portrait, qui est par exemple un portrait 2D du même visage, en théorie.
- [0089] Un tel dispositif permet de vérifier la concordance entre le portrait 2D et le portrait 3D, notamment de manière plus objective, par exemple en limitant un risque de non identifier un document falsifié du fait d'un manque de formation et/ou de connaissance d'un agent de sécurité, comme un agent de police, qui est amené à contrôler le document.
- [0090] Un tel dispositif permet aussi de réaliser cette vérification numériquement.
- [0091] Par exemple, le système optique est en outre configuré pour identifier au moins trois points caractéristiques d'un visage d'un deuxième portrait, incluant un premier point, un deuxième point et un point dit « médian ».
- [0092] Par exemple, le calculateur est en outre configuré pour mesurer une première distance entre le premier point et le point médian du deuxième portrait, et mesurer une deuxième distance entre le deuxième point et le point médian deuxième portrait.
- [0093] Par exemple, le calculateur est en outre configuré pour calculer un ratio entre la première distance et la deuxième distance pour le deuxième portrait, pour chaque angle d'observation considéré.
- [0094] Dans un exemple de réalisation, le calculateur est configuré pour déterminer un paramètre représentatif d'une évolution des ratios en fonction de l'angle d'observation pour le deuxième portrait.
- [0095] Par exemple, le calculateur est configuré pour déterminer une valeur absolue d'un coefficient directeur d'une courbe de tendance des ratios calculés pour chacun des angles

d'observation, pour le deuxième portrait et/ou calculer un écart des ratios calculés.

- [0096] Dans un exemple de réalisation, la mémoire est configurée pour enregistrer le paramètre représentatif pour le deuxième portrait en tant que valeur de référence.
- [0097] Par exemple, le calculateur peut en outre être configuré pour calculer un rapport entre le coefficient directeur de la courbe de tendance pour le premier portrait et le coefficient directeur de la courbe de tendance pour le deuxième portrait, en valeur absolue.
- [0098] L'invention, selon un exemple de réalisation, sera bien comprise et ses avantages apparaîtront mieux à la lecture de la description détaillée qui suit, donnée à titre indicatif et nullement limitatif, en référence aux dessins annexés dans lesquels :
- [0099] la [Fig.1] représente un document d'identité comportant un portrait 3D et un portrait 2D d'un titulaire du document d'identité ;
- [0100] la [Fig.2] montre schématiquement un exemple de mesure de deux distances entre un premier point du visage et un point médian, et un deuxième point du visage et le point médian, pour un angle d'observation considéré ;
- [0101] la [Fig.3] illustre différents points caractéristiques du visage sur le portrait 3D et le portrait 2D, selon un exemple de mise en œuvre de l'invention ;
- [0102] la [Fig.4] illustre la droite obtenue pour un portrait 3D et pour un portrait 2D, dans un exemple de mise en œuvre de l'invention ;
- [0103] la [Fig.5] illustre la courbe obtenue pour une comparaison des ratios du portrait 3D avec ceux du portrait 2D, dans un autre exemple de mise en œuvre de l'invention ; et
- [0104] La [Fig.6] représente schématiquement un exemple de réalisation de dispositif d'authentification pour mettre en œuvre un procédé d'authentification selon un mode de mise en œuvre de l'invention.
- [0105] La [Fig.1] illustre une étape E1 de fourniture d'un document d'identité 10 comportant au moins un premier portrait 12 représentant un visage.
- [0106] Le document d'identité 10 comporte ici un portrait principal 11 du titulaire, situé vers un coin supérieur gauche du document d'identité.
- [0107] Il comporte en outre ici, selon une option intéressante pour renforcer une sécurité d'identification du document, un portrait secondaire 12 du titulaire.
- [0108] Le portrait secondaire 12 est ici de taille plus petite que le portrait principal 11, et est situé à un emplacement différent, ici plus au centre du document d'identité.
- [0109] Le document d'identité 10 comporte aussi différentes inscriptions et renseignements sur le titulaire, et/ou d'autres éléments de sécurité qui ne sont pas décrits en détails ici.
- [0110] Dans le cadre de la présente invention, il est intéressant que le document d'identité comporte au moins un portrait 3D.
- [0111] Utiliser un portrait 3D dans un document d'identité en tant qu'élément de sécurité devient de plus en plus une technologie clé pour authentifier un document d'identité.

- [0112] Pour réaliser un tel portrait 3D, des technologies de types SLI, ou FLI, ou autres ont été développées, et utilisent par exemple des réseaux lenticulaires à lentilles sphériques ou cylindriques le plus souvent.
- [0113] Par exemple, un portrait 3D utilisant un réseau de lentilles cylindriques disposées verticalement par rapport au portrait permet, en faisant varier l'angle d'observation du portrait, d'observer un mouvement de rotation du visage du portrait selon un axe vertical, encore appelé mouvement « non-non », tandis qu'un portrait 3D utilisant un réseau de lentilles cylindriques disposées horizontalement par rapport au portrait permet, en faisant varier l'angle d'observation du portrait, d'observer un mouvement de rotation du visage du portrait selon un axe horizontal, encore appelé mouvement « oui-oui »
- [0114] Un réseau de lentilles cylindriques permet par exemple de combiner les deux mouvements.
- [0115] Le portrait 3D peut être éventuellement couplé à un portrait 2D.
- [0116] Ceci permet par exemple de renforcer des dispositifs de sécurité et/ou de contrôle pour authentifier le document d'identité.
- [0117] Dans le présent exemple de réalisation, le portrait principal 11 comporte le portrait 2D tandis que le portrait secondaire 12 comporte le portrait 3D.
- [0118] Cependant, selon un exemple non représenté, le portrait principal pourrait comporter le portrait 3D, et le portrait secondaire pourrait comporter le portrait 2D.
- [0119] Toutefois, il est difficile de contrôler une rotation d'un visage d'un portrait 3D, surtout quantitativement.
- [0120] Pour y remédier, l'invention propose ici un procédé dans lequel des distances entre des points caractéristiques du visage d'un portrait sont mesurées et surveillées en fonction d'un angle d'observation du portrait.
- [0121] La [Fig.2] montre plus en détail le visage d'un des portraits 11,12, 2D ou 3D, du document d'identité 10.
- [0122] Cette figure illustre d'abord une étape E2 d'identification d'au moins trois points caractéristiques du visage du premier portrait.
- [0123] En effet, il est possible de définir sur un tel visage différents points caractéristiques 13. Il s'agit par exemple de différents points définis le long d'un contour du visage, par la ligne des sourcils, l'arête du nez, le contour du nez ou des lèvres, ou d'autres non illustrés.
- [0124] On considère ici, à titre illustratif, qu'il peut s'agir un portrait 3D observable selon différents angle α (ici schématisés α_i , α_1 , α_2 , α_3 , α_4), le long d'une direction d'observation D, qui est ici dite horizontale (observation gauche – droite). Un tel portrait comporte alors un réseau lenticulaire de lentilles cylindriques s'étendant verticalement par rapport au visage du portrait.

- [0125] Observer le portrait selon ces différents angles α permet en théorie d'observer un mouvement « non-non » du visage, s'il s'agit effectivement d'un portrait 3D.
- [0126] Selon un autre exemple non représenté, pour observer un mouvement « oui-oui », différents angles d'observation seraient identifiés le long d'une direction d'observation qui serait verticale (haut – bas) sur l'exemple représenté [Fig.2]. Un tel portrait comporte alors un réseau lenticulaire de lentilles cylindriques s'étendant horizontalement par rapport au visage du portrait.
- [0127] Toute combinaison des deux est aussi possible. Un tel portrait comporte alors un réseau lenticulaire de lentilles sphériques à la place de lentilles cylindriques. Dans un tel cas, la direction d'observation peut être une direction quelconque, ce qui simplifie l'utilisation.
- [0128] Ici, à titre d'exemple, trois points caractéristiques du visage sont identifiés, à savoir par définition : un premier point 131 situé sur le contour du visage au niveau d'une tempe du visage à gauche sur l'image, un deuxième point 132 situé sur le contour du visage au niveau d'une tempe du visage à droite sur l'image et un point dit « médian », représentant ici un bout du nez.
- [0129] Selon une caractéristique de l'invention, pour chacun des angles d'observation (ici par exemple $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \alpha_4$), une première distance d_0 entre le premier point 131 et le point médian 133 et une deuxième distance d_1 entre le deuxième point 132 et le point médian 133 sont mesurées ; ce qui illustre, pour différents angles d'observation (α_i) selon la direction d'observation, que le procédé comporte :
- Une étape E3 de mesure d'une première distance d_0 entre le premier point et le point médian du premier portrait 12 selon un angle d'observation considéré parmi les différents angles d'observation ; et
 - Une étape E4 de mesure d'une deuxième distance d_1 entre le deuxième point et le point médian du premier portrait 12 selon l'angle d'observation considéré.
- [0130] Puis selon une autre caractéristique intéressante de l'invention, un ratio « r » entre la première distance d_0 et la deuxième distance d_1 est calculé, pour l'angle d'observation α_i considéré. Ceci illustre une étape E5 de calcul d'un ratio r entre la première distance d_0 et la deuxième distance d_1 , pour l'angle d'observation considéré, pour le premier portrait 12.
- [0131] Dans le cas d'un portrait 2D, ce ratio varie peu en fonction de l'angle d'observation, alors que pour un portrait 3D, ce ratio varie bien plus fortement en fonction de l'angle d'observation α_i .
- [0132] La [Fig.3] représente le document d'identité 10 de la [Fig.1] sur lequel les points caractéristiques, pour chacun du portrait principal et du portrait secondaire, ont été représentés, à titre illustratif.

- [0133] Dans le cadre d'une authentification d'un document d'identité, selon une option intéressante, un procédé d'authentification comprend par exemple au préalable une étape E8 de vérification d'une concordance entre le portrait principal et le portrait secondaire.
- [0134] Pour cela, chacun des portraits est par exemple observé perpendiculairement (i.e. selon un angle d'observation $\alpha = 0$ par rapport au portrait).
- [0135] Une observation perpendiculaire du portrait correspond généralement à une observation du visage de face. Ainsi, que le portrait soit en 3D ou en 2D, les deux images obtenues doivent alors correspondre lorsque les portraits sont authentiques.
- [0136] En cas de concordance, ou indépendamment de cette comparaison, le procédé d'authentification du document d'identité comporte avantageusement des étapes visant à vérifier si l'un des portraits, ici le portrait secondaire 12, est effectivement un portrait 3D.
- [0137] Une série d'images du document d'identité est prise selon différents angles d'observation ; par exemple selon au moins trois angles α_i , voire davantage, par exemple de -7° à $+7^\circ$, tous les 0.5° .
- [0138] Différents points caractéristiques, comme représentés [Fig.2] sont détectés sur le portrait, et au moins un ratio $r = d0/d1$ est calculé, à chaque angle.
- [0139] Le procédé comporte alors par exemple :
- Une étape de détermination d'une direction d'observation du portrait secondaire 12, par exemple ici selon la direction d'observation horizontale D ;
 - Une étape E2 d'identification d'au moins trois points caractéristiques 13 du visage du portrait secondaire 12, incluant un premier point 131, un deuxième point 132 et un point dit « médian » 133 ;
 - Une étape optionnelle de détermination de plusieurs angles d'observation (α_i) selon la direction d'observation D ;
- [0140] et pour chacun des angles d'observation α_i :
- Une étape E3 de mesure d'une première distance d0 entre le premier point 131 et le point médian 133 du portrait secondaire 12 selon l'angle d'observation considéré ;
 - Une étape E4 de mesure d'une deuxième distance d1 entre le deuxième point 132 et le point médian 133 du portrait secondaire 12 selon l'angle d'observation considéré ;
 - Une étape E5 de calcul du ratio r entre la première distance d0 et la deuxième distance d1, pour l'angle d'observation considéré, pour le portrait secondaire 12.
- [0141] Puis ici, à titre illustratif, le procédé comporte une étape de traitement E6 des ratios qui comporte :

- Une étape de détermination d'une courbe de tendance en fonction des ratios calculés pour chacun des angles d'observation, pour le portrait secondaire 12 ; et
 - Une étape de calcul d'un coefficient directeur de la courbe de tendance, pour le portrait secondaire 12.
- [0142] Ici, la courbe de tendance est une droite qui est représentée sur la [Fig.4], par la droite C1.
- [0143] Chacun des points représentés par des « + » représente ici un ratio ($r = d_0/d_1$ par exemple, pour le portrait secondaire), en ordonnée, pour un angle d'observation α_i selon la direction d'observation D, en abscisse.
- [0144] Malgré quelques dispersions des points sur le graphe de la [Fig.4], liées à une image 3D prototype non optimisée dans le cadre de cet exemple et à des imprécisions de mesures, les points permettent toutefois de déterminer la droite C1, par exemple par une minimisation des moindres carrés ou toute autre technique.
- [0145] La droite C1 est ici une droite décroissante.
- [0146] On considère, à titre illustratif, que la droite C1, d'équation standard « $y = ax + b$ », ou « a » représente la pente (coefficient directeur), et « b » l'ordonnée à l'origine, a pour valeur de pente : $a = -0.014$, soit en valeur absolue $|a| = 0.014$, représentant ici un paramètre représentatif.
- [0147] Une telle valeur de pente permet de considérer que le portrait concerné est un portrait 3D. En effet, plus l'angle d'observation augmente, plus le visage regarde sur le côté, ici le côté droit par exemple, et en conséquence, plus le ratio r décroît.
- [0148] Ici, en parallèle, puisque le document d'identité 10 comporte aussi un portrait principal 11, théoriquement en 2D, les mêmes étapes sont appliquées au portrait principal 11.
- [0149] Ainsi, une série d'images du document d'identité est prise selon différents angles d'observation ; par exemple selon au moins trois angles α_i , voire davantage, par exemple de -7° à $+7^\circ$, tous les 0.5° .
- [0150] Pour chacun du portrait principal et du portrait secondaire, différents points caractéristiques, comme représentés [Fig.2] sont détectés.
- [0151] Au moins un ratio est calculé pour chaque portrait, à chaque angle.
- [0152] Le procédé, voire l'étape de traitement E6, comporte alors, par exemple :
- Une étape d'identification d'au moins trois points caractéristiques 13 du visage du portrait principal 11, incluant un premier point, un deuxième point et un point dit « médian », qui peuvent par exemple correspondre à ceux choisis pour le portrait secondaire 12 ;
 - Eventuellement une étape de détermination de plusieurs angles d'observation (α_i) selon la direction d'observation D ; il s'agit par exemple des mêmes

angles que ceux utilisés pour l'analyse du portrait secondaire ;

[0153] et pour chacun des angles d'observation α_i :

- Une étape de mesure d'une première distance d_0 entre le premier point et le point médian du portrait principal 11 selon l'angle d'observation considéré ;
- Une étape de mesure d'une deuxième distance d_1 entre le deuxième point et le point médian du portrait principal 11 selon l'angle d'observation considéré ;
- Une étape de calcul d'un ratio entre la première distance et la deuxième distance, pour l'angle d'observation considéré, pour le portrait principal 11 ;
- Une étape de détermination d'une courbe de tendance en fonction des ratios calculés pour chacun des angles d'observation, pour le portrait principal 11 ;
et
- Une étape de calcul d'un coefficient directeur de la courbe de tendance, pour le portrait principal 11.

[0154] Une telle courbe de tendance est ici une droite représentée sur la [Fig.4] également, par la droite C2.

[0155] Chacun des points représentés par des « o » représente ici un ratio ($r = d_0/d_1$ par exemple, pour le portrait principal 11) en fonction de l'angle d'observation α_i considéré.

[0156] De même, malgré quelques dispersions des points sur le graphe de la [Fig.4], liées à une image 3D prototype non optimisée dans le cadre de cet exemple et à des imprécisions de mesures, les points permettent toutefois de déterminer la droite C2, par exemple par une minimisation des moindres carrés ou toute autre technique.

[0157] La droite C2 est également ici une droite décroissante.

[0158] On considère, à titre illustratif, que la droite C2, d'équation standard « $y = a'x + b'$ », ou « a' » représente la pente (coefficient directeur), et « b' » l'ordonnée à l'origine, a pour valeur de pente : $a' = -0.003$, soit en valeur absolue $|a'| = 0.003$, formant par exemple le paramètre représentatif pour le deuxième portrait, ou une valeur de référence.

[0159] Une telle valeur de pente permet de considérer que le portrait concerné est bien un portrait 2D.

[0160] Ceci illustre aussi que pour un portrait 2D, le ratio ($r = d_0/d_1$) varie relativement peu en fonction de l'angle d'observation.

[0161] Dans le présent exemple de réalisation, il est possible de comparer la pente de la droite C1 (pour le portrait secondaire 12) à celle de la droite C2 (pour le portrait principal 11).

[0162] Comparer la droite C1 et la droite C2 permet de compenser des variations dues possiblement à un changement de perspective pendant la prise de vue par exemple.

[0163] Ainsi, ici un rapport $|a|/|a'| = 4.667$.

- [0164] Il ressort du graphe de la [Fig.4] que le portrait secondaire, représenté par la droite C1, peut donc être considéré comme un portrait 3D.
- [0165] De manière générale, un portrait peut être considéré comme un portrait 3D dès lors qu'un tel rapport devient supérieur à un seuil prédéterminé (valeur de référence pour ce cas), par exemple dès lors que le rapport est supérieur à 1, voire de préférence à 1.5, voire à 2.
- [0166] En l'absence de portrait 2D permettant une comparaison des coefficients directeurs, ou en souhaitant analyser une courbe obtenue intrinsèquement, par exemple ici la courbe C1 issue du portrait secondaire, il est possible de comparer la pente « a » (ou de manière générale le coefficient directeur de la courbe correspondante) à une valeur de référence, notée « Vr ».
- [0167] La valeur de référence peut dépendre de chaque cas. Elle peut par exemple être préfixée par le fournisseur du document d'identité ou autre.
- [0168] Ou dans un cas de prise en compte de la courbe obtenue pour un portrait 2D, la valeur absolue du coefficient directeur peut être prise comme valeur de référence (par exemple ici la valeur de référence pourrait être : $V_r = |a'| = 0.003$).
- [0169] La valeur absolue du coefficient directeur obtenu pour un portrait 2D peut alors être enregistrée en tant que valeur de référence, par exemple dans une mémoire d'un dispositif d'authentification.
- [0170] Alors, par exemple, si une valeur absolue du coefficient directeur de la courbe de tendance du portrait considéré est supérieure à la valeur de référence (par exemple ici si $|a| > V_r$), alors le portrait considéré est validé comme portrait 3D.
- [0171] Dans le présent exemple, il ressort que $|a| = 0.017$ est bien supérieur à $V_r = 0.003$, ce qui est cohérent avec la validation du portrait secondaire en tant que portrait 3D.
- [0172] Ceci illustre un exemple de mise en œuvre d'une étape E7 de validation du premier portrait, ici le portrait secondaire 12, comme portrait 3D en fonction d'un résultat de l'étape de traitement E6.
- [0173] La [Fig.5] présente un graphe de comparaison des ratios représentés [Fig.4], pour chaque angle d'observation.
- [0174] Sur le graphe de la [Fig.5], les ratios du portrait secondaire 12 sont représentés en abscisse, tandis que les ratios du portrait principal 11, qui est en 2D, sont représentés en ordonnée, pour chaque angle d'observation.
- [0175] Il s'agit par exemple de faire une étude de la dispersion pour deux listes de valeurs de ratio (pour chacun des deux portraits considérés), un outil mathématique simple est par exemple un calcul d'écart type.
- [0176] En effet, si un nombre suffisant d'images est acquis avec des angles variés (sans pour autant avoir besoin de connaître les valeurs des angles), deux listes de valeurs de ratios sont obtenues.

- [0177] L'étape de traitement peut alors comporter une étape de calcul de l'écart type pour chaque liste, i.e. pour les ratios obtenus pour chaque portrait.
- [0178] Dans le cas d'un portrait 2D et d'un portrait 3D, chacune des listes peut être facilement classifiée car l'écart type des valeurs de ratio correspondant au portrait 3D est sensiblement plus grand que celui du portrait 2D.
- [0179] On note par exemple σ_{3D} l'écart type de la liste de ratios présentant l'écart type le plus élevé et σ_{2D} l'autre liste.
- [0180] Il est ensuite possible de valider la présence d'un portrait 3D lorsque le rapport $R = \sigma_{3D}/\sigma_{2D}$ est supérieur à une valeur de référence V (avec V supérieur à 1).
- [0181] Dans le cas de deux portraits 2D, les écarts types des ratios seraient sensiblement identiques et alors : $R \approx 1$.
- [0182] Dans une configuration où la relation entre ratio et angle est linéaire (cas d'une loi de densité constante, comme schématisé figure 5), alors on aurait possiblement $R = \sigma_{3D}/\sigma_{2D} = P_{3D}/P_{2D}$ avec P_{3D} la pente de la droite entre ratio et angle pour le portrait 3D, et P_{2D} la pente de la droite entre ratio et angle pour le portrait 2D. En effet, dans ce cas on a, a priori, $\sigma_{3D} = \frac{P_{3D} * \Delta\alpha}{3\sqrt{2}}$, avec $\Delta\alpha = \alpha_{max} - \alpha_{min}$.
- [0183] Ici à titre illustratif, les ratios du portrait secondaire 12 s'étendent en abscisse sur une plage de largeur R1, tandis que les ratios du portrait principal 11 s'étendent en ordonnée sur une plage de largeur R2.
- [0184] En se croisant, ces plages R1, R2 forment une zone R_G .
- [0185] Dans cette zone, les points peuvent également être représentés par une courbe (par exemple une droite) dont un coefficient directeur est alors comparable voire identique au rapport obtenu entre les coefficients directeurs des courbes C1, C2 de la [Fig.4], soit $R = P_{3D}/P_{2D}$, comme expliqué ci-dessus.
- [0186] Cette approche permet également de constater visuellement que les ratios d'un portrait 3D s'étalent plus que pour un portrait 2D.
- [0187] Dans un cas où le premier portrait n'est pas 3D, la zone R_G serait réduite, voire assimilable à un point.
- [0188] Pour mettre en œuvre le procédé tel que décrit précédemment, l'invention propose aussi un dispositif d'authentification 20, schématisé [Fig.6].
- [0189] Le dispositif d'authentification 20 est alors configuré pour mettre en œuvre les étapes du procédé tel que décrit précédemment.
- [0190] Par exemple, le dispositif d'authentification 20 comporte :
- Un système optique 21 configuré pour visualiser un portrait et identifier au moins trois points caractéristiques d'un visage du portrait, incluant un premier point, un deuxième point et un point dit « médian » ;
 - Un calculateur 22 configuré pour mesurer une première distance entre le

premier point et le point médian, mesurer une deuxième distance entre le deuxième point et le point médian et calculer un ratio entre la première distance et la deuxième distance, pour chaque angle d'observation considéré, et pour traiter au moins des ratios et/ou, le cas échéant, pour déterminer une pente d'une droite moyenne des ratios calculés pour chacun des angles d'observation, pour le portrait ;

- Un afficheur 23 configuré pour communiquer une information de validation du portrait comme portrait 3D.

- [0191] Un tel dispositif d'authentification 20 permet ainsi à un agent de sécurité ou autre utilisateur de savoir si le portrait contrôlé est effectivement un portrait 3D.
- [0192] L'afficheur 23 illustré ici comporte, à titre illustratif, deux diodes, par exemple une verte (si validation) et une rouge (si le portrait n'est pas validé comme portrait 3D par exemple).
- [0193] Selon une option intéressante, le dispositif comporte en outre ici une mémoire 24 configurée pour enregistrer au moins une valeur de référence, par exemple un seuil, ou toute autre paramètre utile.
- [0194] Dans le présent exemple, le dispositif est en outre configuré pour appliquer les étapes susmentionnées à la fois au portrait secondaire et au portrait principal, au besoin.
- [0195] Un tel dispositif est en outre configuré pour vérifier la concordance entre le portrait principal et le portrait secondaire.

Revendications

- [Revendication 1] Procédé d'authentification d'un document d'identité (10), le procédé comportant au moins :
- Une étape (E1) de fourniture d'un document d'identité (10) comportant au moins un premier portrait (12) représentant un visage ;
 - Une étape de détermination d'une direction d'observation du premier portrait (12) ;
 - Une étape (E2) d'identification d'au moins trois points caractéristiques (131, 132, 133) du visage du premier portrait (12), incluant un premier point (131), un deuxième point (132) et un point dit « médian » (133) ;

et pour différents angles d'observation (α_i) selon la direction d'observation :

- Une étape (E3) de mesure d'une première distance (d_0) entre le premier point et le point médian du premier portrait (12) selon un angle d'observation considéré parmi les différents angles d'observation ;
- Une étape (E4) de mesure d'une deuxième distance (d_1) entre le deuxième point et le point médian du premier portrait (12) selon l'angle d'observation considéré ; et
- Une étape (E5) de calcul d'un ratio (r) entre la première distance (d_0) et la deuxième distance (d_1), pour l'angle d'observation considéré, pour le premier portrait (12) ;
- Une étape (E6) de traitement des ratios (r) calculés pour chacun des différents angles d'observation pour le premier portrait (12) ; l'étape de traitement comportant une étape de détermination d'un paramètre représentatif d'une évolution des ratios (r) en fonction de l'angle d'observation, et une étape de comparaison du paramètre représentatif par rapport à une valeur de référence ; et
- Une étape (E7) de validation du premier portrait (12) comme portrait 3D en fonction d'un résultat de l'étape de traitement.

- [Revendication 2] Procédé selon la revendication 1, dans lequel l'étape de détermination

d'un paramètre représentatif comporte :

- Une étape de détermination d'une courbe moyenne (C1) en fonction des ratios calculés pour chacun des angles d'observation, pour le premier portrait (12) ; et
- Une étape de calcul d'au moins un coefficient directeur de la courbe moyenne (C1) pour le premier portrait (12) ;

Et dans lequel l'étape de comparaison comporte une comparaison d'une valeur absolue du coefficient directeur par rapport à une valeur de référence, et si la valeur absolue du coefficient directeur est supérieure à la valeur de référence, l'étape de validation du premier portrait (12) comme portrait 3D retourne un résultat positif, confirmant que le premier portrait (12) est bien un portrait 3D.

[Revendication 3]

Procédé selon la revendication 1, dans lequel l'étape de détermination d'un paramètre représentatif comporte une étape de détermination d'un écart des ratios calculés, pour tous les angles d'observation considérés, pour le premier portrait (12), et dans lequel l'étape de comparaison comporte une comparaison de l'écart par rapport à une valeur de référence, et si l'écart est supérieur à la valeur de référence, l'étape de validation du premier portrait (12) comme portrait 3D retourne un résultat positif, confirmant que le premier portrait (12) est bien un portrait 3D.

[Revendication 4]

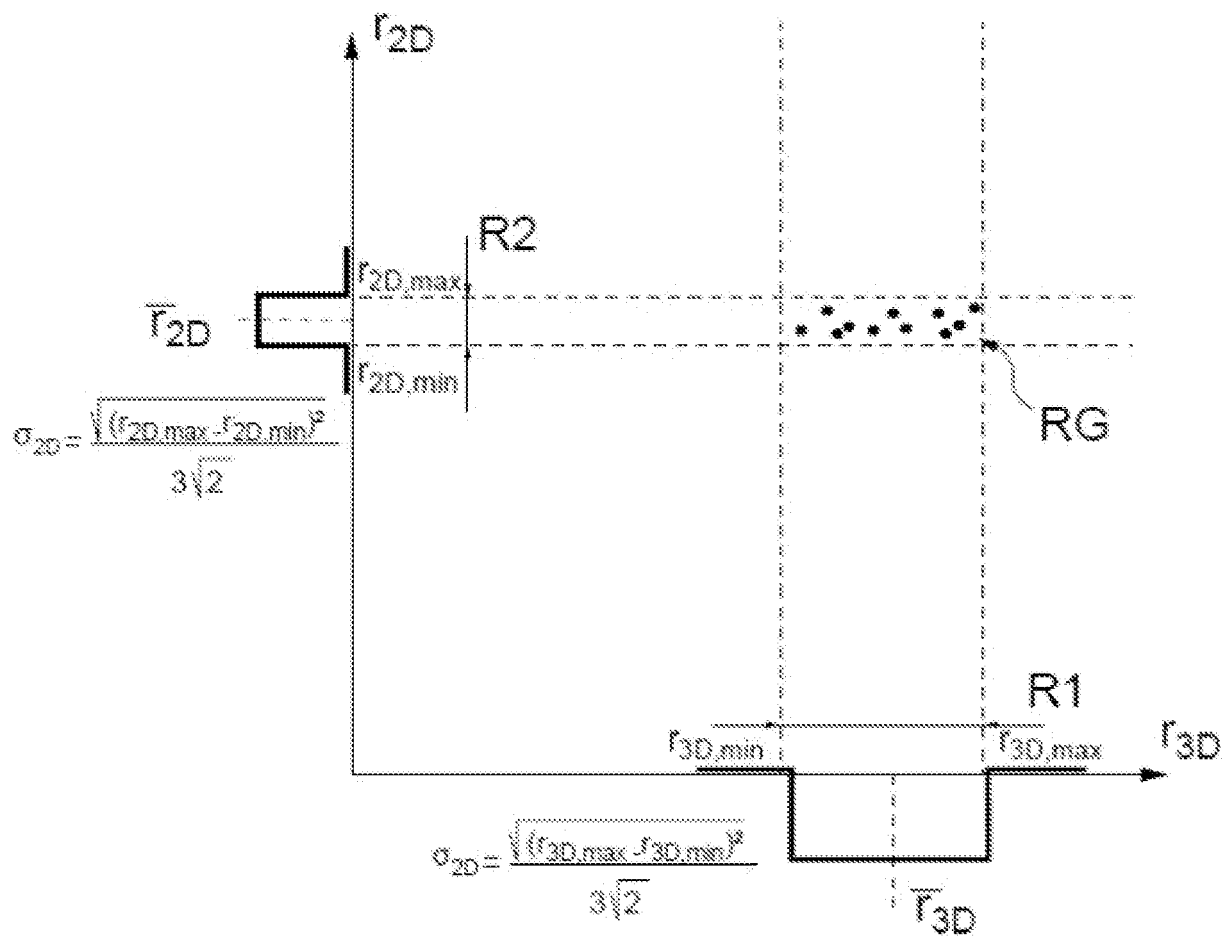
Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, comportant une étape d'identification d'au moins trois points caractéristiques d'un visage d'un deuxième portrait (11) du document d'identité (10), incluant un premier point, un deuxième point et un point dit « médian » ; et pour différents angles d'observation le long de la direction d'observation, le procédé comportant :

- Une étape de mesure d'une première distance entre le premier point et le point médian du deuxième portrait (11) selon l'angle d'observation considéré parmi les différents angles d'observation ;
- Une étape de mesure d'une deuxième distance entre le deuxième point et le point médian du deuxième portrait (11) selon l'angle d'observation considéré ; et
- Une étape de calcul d'un ratio entre la première distance et la deuxième distance, pour l'angle d'observation considéré, pour

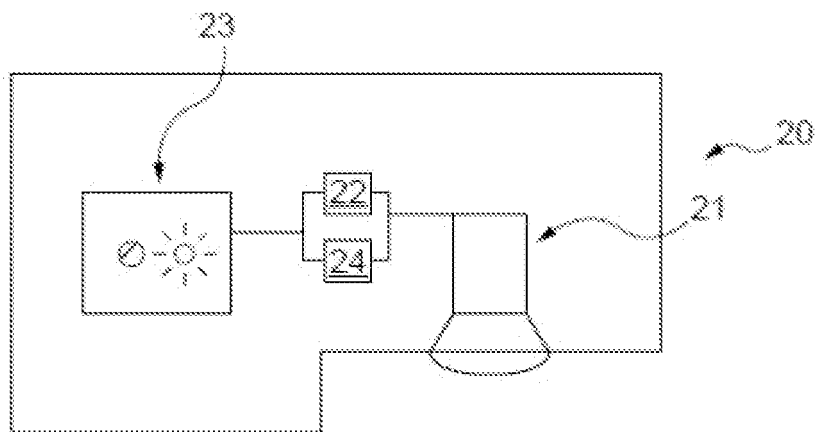
le deuxième portrait (11).

- [Revendication 5] Procédé selon la revendication 4, dans lequel l'étape de traitement comporte en outre une étape de détermination d'un paramètre représentatif d'une évolution des ratios en fonction de l'angle d'observation pour le deuxième portrait (11), et dans lequel l'étape de traitement comporte en outre une étape d'enregistrement du paramètre représentatif pour le deuxième portrait (11) en tant que valeur de référence.
- [Revendication 6] Procédé selon l'une quelconque des revendications 4 ou 5, comportant une étape (E8) de vérification d'une concordance du premier portrait (12) et du deuxième portrait (11).
- [Revendication 7] Dispositif d'authentification (20) d'un document d'identité (10) configuré pour mettre en œuvre un procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 6.
- [Revendication 8] Dispositif d'authentification (20) selon la revendication 7, caractérisé en ce qu'il comporte :
- Un système optique (21) configuré pour visualiser un premier portrait (12) et identifier au moins trois points caractéristiques d'un visage du premier portrait (12), incluant un premier point, un deuxième point et un point dit « médian » ;
 - Un calculateur (22) configuré pour mesurer une première distance entre le premier point et le point médian, mesurer une deuxième distance entre le deuxième point et le point médian et calculer un ratio entre la première distance et la deuxième distance, pour chacun parmi différents angles d'observation considérés, et pour traiter des ratios calculés pour chacun des différents angles d'observation, pour le premier portrait (12) ;
 - Un afficheur (23) configuré pour communiquer une information de validation du premier portrait (12) comme portrait 3D.
- [Revendication 9] Dispositif d'authentification (20) selon l'une quelconque des revendications 7 ou 8, caractérisé en ce qu'il comporte en outre une mémoire (24) configurée pour enregistrer au moins une valeur de référence.

[Fig. 5]



[Fig. 6]



RAPPORT DE RECHERCHE

articles L.612-14, L.612-53 à 69 du code de la propriété intellectuelle

OBJET DU RAPPORT DE RECHERCHE

L'I.N.P.I. annexe à chaque brevet un "RAPPORT DE RECHERCHE" citant les éléments de l'état de la technique qui peuvent être pris en considération pour apprécier la brevetabilité de l'invention, au sens des articles L. 611-11 (nouveau) et L. 611-14 (activité inventive) du code de la propriété intellectuelle. Ce rapport porte sur les revendications du brevet qui définissent l'objet de l'invention et délimitent l'étendue de la protection.

Après délivrance, l'I.N.P.I. peut, à la requête de toute personne intéressée, formuler un "AVIS DOCUMENTAIRE" sur la base des documents cités dans ce rapport de recherche et de tout autre document que le requérant souhaite voir prendre en considération.

CONDITIONS D'ETABLISSEMENT DU PRESENT RAPPORT DE RECHERCHE

☒ Le demandeur a présenté des observations en réponse au rapport de recherche préliminaire.

☐ Le demandeur a maintenu les revendications.

☒ Le demandeur a modifié les revendications.

☐ Le demandeur a modifié la description pour en éliminer les éléments qui n'étaient plus en concordance avec les nouvelles revendications.

☐ Les tiers ont présenté des observations après publication du rapport de recherche préliminaire.

☐ Un rapport de recherche préliminaire complémentaire a été établi.

DOCUMENTS CITES DANS LE PRESENT RAPPORT DE RECHERCHE

La répartition des documents entre les rubriques 1, 2 et 3 tient compte, le cas échéant, des revendications déposées en dernier lieu et/ou des observations présentées.

☐ Les documents énumérés à la rubrique 1 ci-après sont susceptibles d'être pris en considération pour apprécier la brevetabilité de l'invention.

☒ Les documents énumérés à la rubrique 2 ci-après illustrent l'arrière-plan technologique général.

☐ Les documents énumérés à la rubrique 3 ci-après ont été cités en cours de procédure, mais leur pertinence dépend de la validité des priorités revendiquées.

☐ Aucun document n'a été cité en cours de procédure.

**1. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE SUSCEPTIBLES D'ETRE PRIS EN
CONSIDERATION POUR APPRECIER LA BREVETABILITE DE L'INVENTION**

NEANT

**2. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE ILLUSTRANT L'ARRIERE-PLAN
TECHNOLOGIQUE GENERAL**

US 2019/258204 A1 (NELSON BRETT RONALD
[US]) 22 août 2019 (2019-08-22)

US 2019/354822 A1 (PIC MARC [FR] ET AL)
21 novembre 2019 (2019-11-21)

**3. ELEMENTS DE L'ETAT DE LA TECHNIQUE DONT LA PERTINENCE DEPEND
DE LA VALIDITE DES PRIORITES**

NEANT