

19 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
COURBEVOIE

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

3 122 012

21 N° d'enregistrement national : 21 03956

51 Int Cl⁸ : G 06 T 7/00 (2020.12), G 06 T 7/90, 7/60, 7/50,
B 64 D 43/00

12 DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

22 Date de dépôt : 16.04.21.

30 Priorité :

43 Date de mise à la disposition du public de la
demande : 21.10.22 Bulletin 22/42.

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

60 Références à d'autres documents nationaux
apparentés :

○ Demande(s) d'extension :

71 Demandeur(s) : THALES Société anonyme — FR.

72 Inventeur(s) : LEVASSEUR Nicolas, GROSSETETE
Matthieu et LE HENAFF Sylvain.

73 Titulaire(s) : THALES Société anonyme.

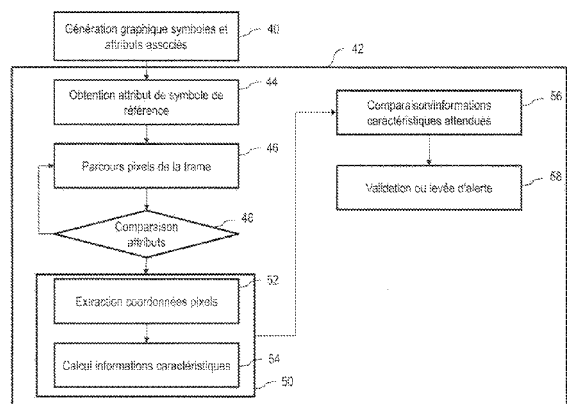
74 Mandataire(s) : Lavoix.

54 PROCEDE ET SYSTEME DE VALIDATION DE GENERATION GRAPHIQUE DE SYMBOLES A AFFICHER.

57 Procédé et système de validation de génération graphique de symboles à afficher

L'invention concerne un procédé et un système de validation de génération graphique de symboles à afficher, comportant une génération graphique de symboles à afficher pour former un flux vidéo comportant une pluralité de trames, comportant une génération de pixels, avec, pour chaque pixel contribuant à un desdits symboles, l'attribution d'au moins un attribut de symbole associé. Le procédé comporte, pour au moins une trame dudit flux vidéo : l'obtention (44) d'au moins un attribut de symbole de référence associé à au moins un symbole à surveiller ; l'identification (48) de pixels ayant le(s) attribut(s) de symbole de référence, pendant un parcours des pixels de ladite trame dans un sens de parcours prédéterminé, ces pixels contribuant audit au moins un symbole à surveiller, et calcul (50) d'informations caractéristiques associées ; la validation (56, 58) d'affichage du (des) symbole(s) à surveiller en fonction des informations caractéristiques calculées et d'informations sources associées auxdits symboles à afficher.

Figure pour l'abrégé : Figure 5



FR 3 122 012 - A1



Description

Titre de l'invention : Procédé et système de validation de génération graphique de symboles à afficher

- [0001] La présente invention concerne un procédé et un système de validation de génération graphique de symboles à afficher, comportant une génération de symboles à afficher en fonction d'informations sources en provenance d'au moins un équipement physique.
- [0002] L'invention trouve une application particulière pour des applications à sûreté critique (en anglais « safety critical »), en particulier dans le domaine de l'avionique, lorsque les symboles à afficher sont utilisés pour le contrôle d'un système à sûreté critique.
- [0003] En effet, lorsque le contrôle d'un système, par exemple d'un aéronef ou d'un processus industriel, par un opérateur, relève de la sûreté critique, toute erreur d'interprétation par l'opérateur peut conduire à des actions de contrôle ou de commande susceptibles de provoquer des accidents.
- [0004] Pour la commande d'équipements physiques il est prévu notamment d'afficher des informations, sous forme de symboles, relatives à l'état du système à commander, ces informations étant susceptibles d'évoluer en temps réel, pour permettre à l'opérateur de prendre des décisions adéquates. Tel est le cas par exemple dans un système de pilotage d'aéronef, l'opérateur étant dans ce cas un pilote d'aéronef. Il est usuel, dans ce domaine, d'afficher des informations sous forme de symboles critiques pour le pilotage, par exemple représentatifs de la position de l'aéronef, son altitude, son attitude, la ligne d'horizon, la pente de la trajectoire de l'aéronef etc, sur une interface d'affichage, par exemple un tableau de bord ou un dispositif d'affichage tête haute placé devant les yeux du pilote. Dans ce contexte, toute erreur d'affichage d'un symbole est critique.
- [0005] Les normes DO-178 et DO-254 fixent les conditions de sécurité applicables aux logiciels et matériels critiques de l'avionique dans l'aviation commerciale et l'aviation générale. Cependant, le coût de développement de logiciel et matériel selon ces normes est très élevé.
- [0006] Une autre solution envisageable pour assurer un niveau de sécurité élevé serait d'effectuer une double génération de flux vidéo comportant des trames à afficher, par deux systèmes de génération graphique différents. Une telle solution est également coûteuse, car le deuxième système de génération graphique devrait également avoir le niveau d'assurance de sécurité souhaité.
- [0007] Il serait également envisageable d'utiliser des technologies de traitement d'images connues, comme par exemple une reconnaissance optique de caractères, mais une telle solution n'est pas envisageable lorsqu'il s'agit, comme dans le cas de l'avionique, de

symboles complexes à interpréter, et pouvant être spatialement proches ou mélangés, par exemple superposés en partie lors de l'affichage.

[0008] L'invention a pour objet de remédier aux inconvénients de l'état de la technique, en proposant un procédé et un système de validation de génération graphique de symboles à afficher qui soit fiable et moins complexe et coûteux que les systèmes connus.

[0009] A cet effet, l'invention propose, selon un premier aspect, un procédé de validation de génération graphique de symboles à afficher, comportant une génération graphique de symboles à afficher, en fonction d'informations sources en provenance d'au moins un équipement physique, pour former un flux vidéo comportant une pluralité de trames comportant lesdits symboles, chaque trame étant constituée de pixels ayant des valeurs associées, le flux vidéo étant destiné à être affiché pour permettre à un opérateur de contrôler un système. La génération graphique de symboles à afficher comporte une génération de pixels, avec, pour chaque pixel contribuant à un desdits symboles, l'attribution d'au moins un attribut de symbole associé. Le procédé comporte en outre, pour au moins une trame dudit flux vidéo, des étapes de:

- [0010] – a) obtention d'au moins un attribut de symbole de référence associé à au moins un symbole à surveiller,
- b) identification de pixels ayant le ou les attribut(s) de symbole de référence, pendant un parcours des pixels de ladite trame dans un sens de parcours prédéterminé, les pixels identifiés contribuant audit au moins un symbole à surveiller, et calcul d'informations caractéristiques associées aux pixels identifiés,
- c) validation d'affichage du ou des symboles à surveiller en fonction desdites informations caractéristiques calculées et d'informations sources associées auxdits symboles à afficher,
- d) en cas d'absence de validation, levée d'alerte.

[0011] Avantageusement, grâce à l'utilisation d'attributs de symboles associés aux symboles à afficher, le procédé permet un calcul rapide d'informations caractéristiques des symboles à afficher et une validation rapide. Avantageusement, le procédé rend l'affichage de symboles compatible avec des applications à sûreté critique.

[0012] Le procédé de validation de génération graphique de symboles à afficher selon l'invention peut également présenter une ou plusieurs des caractéristiques ci-dessous, prises indépendamment ou selon toutes les combinaisons techniquement envisageables.

[0013] Les informations caractéristiques comportent des caractéristiques géométriques et des caractéristiques statistiques.

[0014] Les informations caractéristiques comportent un nombre de pixels contribuant au symbole à surveiller, des coordonnées minimales et maximales des pixels ayant

l'attribut de symbole de référence.

- [0015] Les informations caractéristiques comportent des coordonnées d'un point central du symbole à surveiller.
- [0016] Les attributs de symboles sont sélectionnés parmi une couleur, une valeur de priorité ou de profondeur, une valeur de transparence ou un attribut dédié, ou une combinaison desdits attributs.
- [0017] Les attributs de symboles sont attribués individuellement à un pixel ou à un groupe de pixels.
- [0018] Le procédé comprend une mise en œuvre des étapes a) à d) pour une pluralité de symboles prédéterminés à surveiller.
- [0019] Selon un autre aspect, l'invention concerne un système de validation de génération graphique de symboles à afficher, comportant un module de génération graphique de symboles à afficher, en fonction d'informations sources en provenance d'au moins un équipement physique, pour former un flux vidéo comportant une pluralité de trames comportant lesdits symboles, chaque trame étant constituée de pixels ayant des valeurs associées, le flux vidéo étant destiné à être affiché pour permettre à un opérateur de contrôler un système. Le module de génération graphique de symboles à afficher est configuré pour effectuer une génération de pixels, avec, pour chaque pixel contribuant à un desdits symboles, l'attribution d'au moins un attribut de symbole associé. Le système comporte en outre, pour au moins une trame dudit flux vidéo:
- [0020] – un module d'identification configuré pour obtenir au moins un attribut de symbole de référence associé à au moins un symbole à surveiller, identifier des pixels ayant le ou les attribut(s) de symbole de référence, pendant un parcours des pixels de ladite trame dans un sens de parcours prédéterminé, les pixels identifiés contribuant audit au moins un symbole à surveiller, et calculer des informations caractéristiques associées aux pixels identifiés,
- un module de validation configuré pour valider l'affichage du ou des symboles à surveiller en fonction desdites informations caractéristiques calculées et d'informations sources associées auxdits symboles à afficher, et, en cas d'absence de validation, effectuer une levée d'alerte.
- [0021] Selon une caractéristique, le module de génération graphique est implémenté par une première chaîne de traitement et les modules d'identification et de validation sont implémentés par une deuxième chaîne de traitement.
- [0022] Avantageusement, le système de validation de génération graphique de symboles à afficher est configuré pour mettre en œuvre le procédé de validation de génération graphique de symboles à afficher, dans tous ses modes de réalisation.
- [0023] Selon un autre aspect, l'invention concerne un programme d'ordinateur comportant des instructions logicielles qui, lorsqu'elles sont exécutées par un dispositif élec-

tronique programmable, mettent en œuvre un procédé de validation de génération graphique de symboles à afficher tel que brièvement décrit ci-dessus.

- [0024] D'autres caractéristiques et avantages de l'invention ressortiront de la description qui en est donnée ci-dessous, à titre indicatif et nullement limitatif, en référence aux figures annexées, parmi lesquelles :
- [0025] [Fig.1] la [Fig.1] illustre un système de validation de génération graphique de symboles à afficher selon un mode de réalisation ;
- [0026] [Fig.2] la [Fig.2] est un synoptique des principaux modules d'un dispositif électronique programmable configuré pour mettre en œuvre un procédé validation de génération graphique de symboles à afficher selon un mode de réalisation de l'invention ;
- [0027] [Fig.3] la [Fig.3] est un exemple schématique de symboles à afficher et d'attributs de symbole associés ;
- [0028] [Fig.4] la [Fig.4] est un exemple schématique de symbole à afficher et d'informations caractéristiques associées ;
- [0029] [Fig.5] la [Fig.5] est un synoptique des principales étapes d'un procédé de validation de génération graphique de symboles à afficher selon un mode de réalisation.
- [0030] L'invention sera décrite ci-après plus particulièrement dans son application pour un système de pilotage d'aéronef, dans lequel des symboles critiques d'aide au pilotage sont à afficher, à destination d'un pilote d'aéronef.
- [0031] Néanmoins, il est à noter que l'invention s'applique pour tout système dont le contrôle est effectué par un opérateur sur la base d'un affichage de symboles, en particulier à tout système de ce type qui nécessite un niveau de sécurité élevé, ou système à sûreté critique (en anglais, « safety critical »).
- [0032] La [Fig.1] illustre schématiquement un système 2 de validation de génération graphique de symboles à afficher, connecté à un système de pilotage d'aéronef 4, qui n'est pas représenté en détail ici.
- [0033] Le système de pilotage d'aéronef 4 fournit des informations dites informations sources, issues de divers équipements physiques, par exemple des capteurs, actionneurs, instruments de pilotage embarqués, calculateurs, les informations comprenant des informations d'altitude, de vitesse, de pente, de trajectoire etc.
- [0034] Dans cet exemple, le système à contrôler par le pilote est le système de pilotage de l'aéronef, permettant de piloter le vol de l'aéronef.
- [0035] Le système 2 comporte, dans le mode de réalisation illustré, deux chaînes de traitement 6, 8, par exemple implémentées sur deux dispositifs électroniques de calcul distincts, comportant une première chaîne 6 de génération graphique de symboles à afficher et une deuxième chaîne 8 de validation avant affichage des symboles à afficher.
- [0036] Selon une variante, les deux chaînes de traitement 6, 8 sont réunies sur un seul

dispositif électronique programmable, qui effectue dans ce cas à la fois la génération graphique de symboles à afficher et la validation des symboles générés.

- [0037] Le système 2 comprend notamment un module 10 de génération graphique, dont la sortie est un flux vidéo 12 comportant une pluralité de trames, chaque trame étant constituée de pixels, chaque pixel ayant une ou plusieurs valeurs de couleur, ainsi qu'un ou plusieurs attributs associé(s). Chaque trame comporte une composition de symboles à afficher sur une interface d'affichage 16, les symboles pouvant être spatialement proches ou mélangés, par exemple superposés en partie lors de l'affichage.
- [0038] Le flux vidéo 12 est destiné à être affiché pour permettre à un opérateur de contrôler le système de pilotage, notamment d'agir sur des instruments de pilotage pour piloter l'aéronef.
- [0039] Le système 2 de validation de génération graphique de symboles fonctionne pour tout type de symboles à afficher, sans contrainte sur la forme des symboles.
- [0040] Dans une application particulière, par exemple dans le domaine de l'avionique, au moins une partie des symboles à afficher sont choisis dans des catégories de symboles prédéterminées, par exemple définissant la ou les formes des symboles d'une catégorie. La position et/ou l'orientation d'affichage de chaque symbole sont calculées en temps réel en fonction d'informations sources reçues.
- [0041] De plus, des symboles graphiques à afficher comprennent également des symboles alphanumériques, qui représentent graphiquement des valeurs utiles, par exemple l'altitude courante de l'aéronef.
- [0042] Les symboles affichés sur l'interface graphique 16 permettent au pilote de prendre des décisions, actionner des commandes etc pour le pilotage effectif de l'aéronef.
- [0043] Le système 2 comprend en outre un module 18 de conditionnement de l'affichage d'une trame du flux vidéo 12 généré en fonction de la validation positive des symboles à afficher. En cas de validation négative, il est par exemple prévu de lever une alerte ou d'afficher un message d'alerte prédéterminé.
- [0044] Le module 10 de génération graphique met en œuvre l'attribution d'un attribut de symbole à chaque symbole généré, par exemple en fonction d'une catégorie de symboles parmi un ensemble de catégories de symboles prédéterminé. Par exemple, on distingue entre symboles non-critiques et symboles critiques. Parmi les symboles critiques, il est possible de distinguer plusieurs catégories en fonction d'un sous-niveau de criticité ou d'un regroupement fonctionnel.
- [0045] Selon une variante, un même attribut est associé à plusieurs symboles différents.
- [0046] En variante ou en complément, plusieurs attributs sont associés à un même symbole ou à une même catégorie de symboles.
- [0047] Chaque pixel contribuant à un symbole donné comporte l'attribut ou les attributs de symbole associé(s).

- [0048] Les attributs de symboles comportent par exemple : une couleur, une valeur de priorité, de transparence ou de profondeur spécifique, un attribut dédié spécifique en vue d'effectuer des traitements différenciés. De préférence, un attribut de symbole est codé sous forme de valeur alphanumérique d'attribut affectée à chaque pixel.
- [0049] Avantagement, les attributs de symbole sont codés dans les trames du flux vidéo, en association avec les pixels de chaque trame.
- [0050] Dans un mode de réalisation, dans le cas d'une composition d'une trame comportant plusieurs symboles à afficher, dont des symboles partiellement superposés, dans une zone de superposition de deux ou plusieurs symboles, les pixels affichés ont une même profondeur correspondant au symbole choisi pour un affichage de premier plan.
- [0051] La chaîne 8 de validation des symboles générés par le module de génération graphique 10, comprend un module 20 d'identification, dans chaque trame à afficher, de pixels contribuant à des symboles à surveiller parmi les symboles à afficher et de calcul d'informations caractéristiques associées. L'identification de pixels contribuant aux symboles à afficher utilise avantagement les attributs de symbole préalablement attribués par le module 10 de génération graphique.
- [0052] Pour la validation d'un ou plusieurs symboles d'une catégorie donnée, une valeur de référence est fournie pour chaque attribut caractérisant les symboles à identifier (P_{ref}), en entrée du module 20 d'identification de pixels contribuant aux symboles à afficher et de calcul d'informations caractéristiques associées.
- [0053] En variante, plusieurs attributs de référence sont fournis.
- [0054] Selon une autre variante, plusieurs modules 20 d'identification sont fournis, chaque module 20 d'identification mettant en œuvre l'identification d'un ou plusieurs symboles associés à un même attribut de symbole et le calcul d'informations caractéristiques associées.
- [0055] Les informations caractéristiques associées aux symboles identifiés comprennent notamment des caractéristiques géométriques et des caractéristiques statistiques.
- [0056] Les informations caractéristiques calculées sont utilisées, en combinaison avec des informations sources pour une validation, du ou des symboles identifiés, par le module de validation 30. Le résultat de la validation conditionne l'affichage du/des symboles en question.
- [0057] La [Fig.2] illustre schématiquement un dispositif électronique programmable 24 configuré pour mettre en œuvre un procédé de validation de génération graphique de symboles selon l'invention. Le dispositif électronique programmable comporte une unité de calcul 23, composée d'un ou de plusieurs processeurs de calcul, adaptée à exécuter des instructions de programme informatique lorsque le dispositif 24 est mis sous tension. Le dispositif électronique programmable 24 comporte également une unité de mémoire électronique 25, adaptée à communiquer avec l'unité de calcul 23

par un bus de communication 27. L'unité de mémoire est notamment adaptée pour stocker une association 32 entre catégories de symboles et attributs de symbole, par exemple sous forme de table de mise en correspondance.

- [0058] L'unité de calcul 23 est adaptée pour exécuter un programme d'ordinateur contenant des instructions de code pour effectuer un procédé de validation de génération graphique de symboles selon l'invention.
- [0059] En particulier, l'unité de calcul 23 est adaptée pour implémenter un module 10 de génération graphique, un module 20 d'identification de pixels contribuant aux symboles à afficher et de calcul d'informations caractéristiques associées, et un module 30 de validation.
- [0060] Dans un mode de réalisation, chaque module 10, 20, 30 est réalisé sous forme de code logiciel.
- [0061] En variante, les modules 10, 20, 30 sont réalisés chacun sous forme d'un composant logique programmable, tel qu'un FPGA (de l'anglais *Field Programmable Gate Array*), un GPGPU (de l'anglais *General-purpose processing on graphics processing*), ou encore un circuit intégré dédié, tel qu'un ASIC (de l'anglais *Application Specific Integrated Circuit*).
- [0062] Selon une autre variante, lorsque les chaînes de traitement 6 et 8 sont différentes, le module 10 de génération graphique est mis en œuvre par une première unité de calcul de la première chaîne de traitement 6, et le module 20 d'identification de pixels contribuant aux symboles et de calcul d'informations caractéristiques associées, et le module 30 de validation sont mis en œuvre par une deuxième unité de calcul de la deuxième chaîne de traitement 8.
- [0063] La [Fig.3] illustre schématiquement un exemple d'attributs de symboles. Dans cet exemple, chaque pixel d'une trame du flux vidéo généré a une valeur de profondeur associée. Le module 10 de génération graphique attribue des niveaux de profondeur Z à chaque pixel, ces niveaux de profondeur variant entre une valeur minimale Z_{\min} et une valeur maximale Z_{\max} .
- [0064] Dans l'exemple de la [Fig.3] on a illustré schématiquement le tracé de deux symboles, un premier symbole 34 et un deuxième symbole 36, le premier symbole 34 ayant une première valeur de profondeur Z_{c1} associée, et le deuxième symbole 36 ayant une deuxième valeur de profondeur Z_{c2} associée. La trame 38 contenant les deux symboles générés est composée de pixels de fond d'image ayant un niveau de profondeur par défaut, par exemple Z_{\min} , de pixels formant le premier symbole 34 ayant une valeur de profondeur égale à la première valeur de profondeur Z_{c1} , et de pixels formant le deuxième symbole 36 ayant une valeur de profondeur égale à la deuxième valeur de profondeur Z_{c2} . Les valeurs de profondeur par défaut Z_{\min} , première valeur de profondeur Z_{c1} et deuxième valeur de profondeur Z_{c2} sont dif-

férentes.

- [0065] Selon une variante non représentée, l'attribut de symbole est par exemple une couleur, et dans ce cas la trame 38 est composée de pixels de fond d'image ayant une valeur de couleur par défaut, de pixels formant le premier symbole 34 ayant une valeur égale à une première valeur de couleur, et de pixels formant le deuxième symbole 36 ayant une valeur égale à une deuxième valeur de couleur. La valeur de couleur par défaut, la première valeur de couleur et la deuxième valeur de couleur sont toutes différentes, de manière à être différenciables.
- [0066] La [Fig.4] illustre schématiquement une trame 38 d'un flux vidéo généré comprenant deux symboles à afficher 34, 36. Par exemple le deuxième symbole 36 est sélectionné pour validation, i.e. tous les pixels contribuant à la représentation de ce deuxième symbole 36 sont identifiés en fonction de l'attribut de symbole associé.
- [0067] Par exemple les pixels du deuxième symbole 36 sont identifiés au fil du parcours des pixels de la trame, par exemple selon un sens de parcours des pixels prédéterminé, par exemple le parcours dit « raster scan », ligne par ligne, du coin supérieur gauche vers le coin inférieur droit de la matrice de pixels formant la trame.
- [0068] Les informations caractéristiques du symbole comprennent par exemple des caractéristiques statistiques, par exemple le nombre de pixels Nb_pxls formant le deuxième symbole 36, et des caractéristiques géométriques, par exemple les coordonnées dans la trame du premier pixel P_1 appartenant à ce deuxième symbole 36, dans le sens de parcours prédéterminé, les coordonnées du dernier pixel P_2 appartenant à ce deuxième symbole 36, les coordonnées spatiales x_{min} , y_{min} et x_{max} , y_{max} des coins extrêmes C_1 et C_2 d'un rectangle circonscrit audit deuxième symbole 36.
- [0069] Dans un mode de réalisation, les coordonnées sont exprimées dans le référentiel de la trame, et expriment les indices de ligne et de colonne de la position du pixel dans la matrice de pixels formant la trame, les coordonnées notées x se réfèrent à l'indice de ligne et les coordonnées notées y se réfèrent à l'indice de colonne de la matrice. Par exemple les coordonnées (0,0) indiquent le pixel situé au coin supérieur gauche de la matrice et les coordonnées (x_{max} , y_{max}) indiquent le coin inférieur droit de la matrice.
- [0070] De plus, les coordonnées d'un point central P_M du symbole sont calculées.
- [0071] Le point central P_M est par exemple le barycentre du symbole 36, et les coordonnées de ce point sont obtenues par la somme des positions X (resp. Y) des pixels identifiés divisée par le nombre de pixels identifiés, en d'autres termes la moyenne des positions des pixels identifiés. En variante, le calcul est effectué pour une composante couleur des pixels interceptés. Selon une autre variante, les contributions dans la somme des positions X (resp. Y) sont pondérées par la valeur d'une composante couleur.
- [0072] Bien entendu, la [Fig.4] illustre des exemples d'informations caractéristiques d'un symbole. D'autres caractéristiques géométriques ou statistiques peuvent être extraites

ou calculées. Les caractéristiques géométriques et/ou statistiques extraites/calculées sont choisies notamment en fonction de l'ensemble de catégories de symboles à distinguer.

- [0073] La [Fig.5] est un synoptique des principales étapes d'un procédé de validation de génération graphique de symboles à afficher selon un mode de réalisation.
- [0074] Le procédé comprend une étape 40 de génération graphique de trames contenant des symboles à afficher, les symboles étant choisis et positionnés en fonction d'informations sources des symboles à afficher, en provenance d'équipements physiques, par exemple des capteurs positionnés sur l'aéronef, donnant la position de l'aéronef et son orientation.
- [0075] De plus, comme expliqué ci-dessus, pour chaque symbole à afficher, en fonction de la catégorie de symboles à laquelle il appartient, un attribut de symbole est associé à chaque pixel de la représentation graphique de ce symbole. Par exemple, l'attribut de symbole est une valeur de profondeur comme montré en référence à la [Fig.3]. En variante, l'attribut de symbole est une valeur de priorité, une transparence, une couleur, un attribut dédié ou une combinaison de ces attributs. Selon une autre variante, plusieurs attributs sont affectés à un même symbole, par exemple valeur de priorité et couleur.
- [0076] En variante, les attributs de symboles sont attribués à un groupe de pixels.
- [0077] Ainsi, chaque trame à afficher contient des pixels ayant chacun une ou plusieurs valeurs de couleur, et un ou plusieurs attributs associés, qui sont codés dans la trame. En d'autres termes, chaque pixel appartenant à un symbole à afficher est marqué par un ou plusieurs attributs associés.
- [0078] L'étape 40 est suivie de la validation 42 de la génération graphique de symboles à afficher, mise en œuvre pour une trame du flux vidéo à afficher, et par exemple répétées sur des trames successives ou des trames espacées, selon un objectif de sécurité à respecter, en particulier une latence acceptable pour la détection d'erreur.
- [0079] La validation 42 comporte une étape 44 d'obtention d'au moins un attribut de symbole de référence, par exemple à partir d'un pixel de référence d'un symbole à afficher pour lequel une validation est souhaitée, appelé ci-après symbole à surveiller.
- [0080] La trame du flux vidéo en cours de traitement est parcourue à l'étape de parcours 46, selon un sens de parcours prédéterminé, par exemple le parcours « raster scan ».
- [0081] Pour chaque pixel de la trame, au fil du parcours, l'attribut de pixel associé est comparé, à l'étape de comparaison 48, à l'attribut de symbole de référence. Par exemple, si l'attribut de symbole de référence est une valeur de profondeur, la profondeur associée au pixel est comparée à la profondeur de référence.
- [0082] En cas de différence, l'étape de comparaison 48 est suivie de l'étape de parcours 46 préalablement décrite, le parcours de la trame dans le sens de parcours prédéterminé

continue.

- [0083] En cas d'égalité à l'étape de comparaison 48, le pixel correspondant est identifié en tant que pixel contribuant au symbole(s) à surveiller, et s'ensuit une étape 50 de calcul d'informations caractéristiques de pixels ayant l'attribut de référence est mise en œuvre.
- [0084] Lors de cette étape 50, des informations associées aux pixels sont extraites, par exemple les coordonnées des pixels ayant l'attribut de référence et des informations caractéristiques sont calculées et mémorisées.
- [0085] Par exemple, l'étape 50 comporte une sous-étape 52 de mémorisation des coordonnées des pixels ayant l'attribut de référence, et une sous-étape 54 de calcul d'informations caractéristiques lors de laquelle les coordonnées du premier pixel associé au symbole sont mémorisées, et les coordonnées minimales et maximales x_{\min} , y_{\min} , x_{\max} , y_{\max} des pixels ayant l'attribut de référence sont calculées et mémorisées. Ces coordonnées sont des informations caractéristiques géométriques du symbole. De plus, un décompte du nombre de pixels ayant l'attribut de référence est effectué, par exemple par augmentation du compteur par exemple chaque fois qu'un nouveau pixel ayant l'attribut de référence est identifié. Le nombre de pixels contribuant au symbole à surveiller est ainsi obtenu et mémorisé.
- [0086] Finalement, lorsque la totalité de la trame en cours de traitement a été parcourue, les informations caractéristiques, géométriques et statistiques, du symbole dont les pixels ont pour valeur d'attribut de symbole de référence sont complétées.
- [0087] Selon une variante, l'étape de validation 42 met en œuvre une combinaison de plusieurs attributs de référence.
- [0088] Le procédé comporte ensuite une étape 56 de comparaison des informations caractéristiques calculées à des informations sources, qui sont des informations caractéristiques attendues, reçues du système de pilotage d'aéronef.
- [0089] Par exemple, le système de pilotage indique une position attendue d'un symbole, et la comparaison des coordonnées du pixel central du symbole à afficher à la position attendue permet de valider ou non l'affichage.
- [0090] Par exemple, si le symbole à afficher est un symbole de guidage, la position calculée est validée en fonction d'un dessin de la piste d'atterrissage.
- [0091] Par exemple, si le symbole à afficher est un caractère alphanumérique, les informations caractéristiques de nombre de pixels et de position du point central permettent de déduire de quel symbole alphanumérique il s'agit, et de comparer alors la valeur du symbole à afficher à une valeur à afficher attendue, qui est une information source, transmise par le système de pilotage.
- [0092] Avantageusement, ce type de comparaison est effectué à faible coût calculatoire, alors que les formes géométriques des symboles alphanumériques sont relativement

complexes, et leur reconnaissance demande des ressources calculatoires bien plus élevées.

- [0093] En fonction du résultat de l'étape 56, le symbole à afficher généré est validé ou non validé. L'étape 58 de validation autorise l'affichage de la trame contenant le symbole validé. En cas de non validation, une alarme est levée, par exemple une information indiquant qu'une erreur d'affichage est survenue est transmise au pilote, par exemple un message indiquant une nécessité de vérification est affiché, ou une alarme sonore est émise. En variante ou en complément, un flux vidéo provenant d'un autre calculateur est affiché.
- [0094] Le procédé a été décrit ci-dessus dans le cas de la validation d'un ou plusieurs symboles à afficher, associés à un attribut de symbole de référence donné.
- [0095] Bien entendu, le procédé s'applique de manière analogue pour la validation de plusieurs symboles à afficher d'une trame du flux vidéo. Pour la validation d'une pluralité de symboles à afficher, selon un mode de réalisation, les étapes 44 à 58 sont répétées, avec autant d'attributs de symboles de référence que de symboles différents à valider. Selon une variante, si les ressources calculatoires le permettent, les étapes 44 à 58 sont réalisées en parallèle pour chaque attribut de symbole de référence.
- [0096] Dans une variante, les attributs de symbole de référence sont extraits de la trame en cours de traitement. Dans cette variante, un parcours des pixels de la trame, dans le sens de parcours prédéterminé, est effectué, et les attributs de symboles distincts rencontrés sont extraits et mémorisés, puis la validation est effectuée, en séquentiel ou en parallèle, pour chacun des attributs de symbole extraits utilisé comme attribut de symbole de référence.
- [0097] Avantagusement, le procédé proposé permet d'économiser les ressources calculatoires, et par conséquent, nécessite une puissance de calcul limitée, grâce au calcul d'informations caractéristiques des symboles au fur et à mesure du parcours des pixels d'une trame, et grâce à l'utilisation de calculs basés sur des comparaisons pour la validation.

Revendications

- [Revendication 1] Procédé de validation de génération graphique de symboles à afficher, comportant une génération graphique de symboles à afficher, en fonction d'informations sources en provenance d'au moins un équipement physique, pour former un flux vidéo comportant une pluralité de trames comportant lesdits symboles, chaque trame étant constituée de pixels ayant des valeurs associées, le flux vidéo étant destiné à être affiché pour permettre à un opérateur de contrôler un système,
- caractérisé en ce que la génération (40) graphique de symboles à afficher comporte une génération de pixels, avec, pour chaque pixel contribuant à un desdits symboles, l'attribution d'au moins un attribut de symbole associé,
- le procédé étant en outre caractérisé en ce qu'il comporte, pour au moins une trame dudit flux vidéo, des étapes de:
- a) obtention (44) d'au moins un attribut de symbole de référence associé à au moins un symbole à surveiller,
 - b) identification (48) de pixels ayant le ou les attribut(s) de symbole de référence, pendant un parcours des pixels de ladite trame dans un sens de parcours prédéterminé, les pixels identifiés contribuant audit au moins un symbole à surveiller, et calcul (50) d'informations caractéristiques associées aux pixels identifiés,
 - c) validation (56, 58) d'affichage du ou des symboles à surveiller en fonction desdites informations caractéristiques calculées et d'informations sources associées auxdits symboles à afficher,
 - d) en cas d'absence de validation, levée d'alerte (58).
- [Revendication 2] Procédé selon la revendication 1, dans lequel lesdites informations caractéristiques comportent des caractéristiques géométriques et des caractéristiques statistiques.
- [Revendication 3] Procédé selon la revendication 1 ou 2, dans lequel lesdites informations caractéristiques comportent un nombre de pixels contribuant au symbole à surveiller, des coordonnées minimales et maximales des pixels ayant l'attribut de symbole de référence.

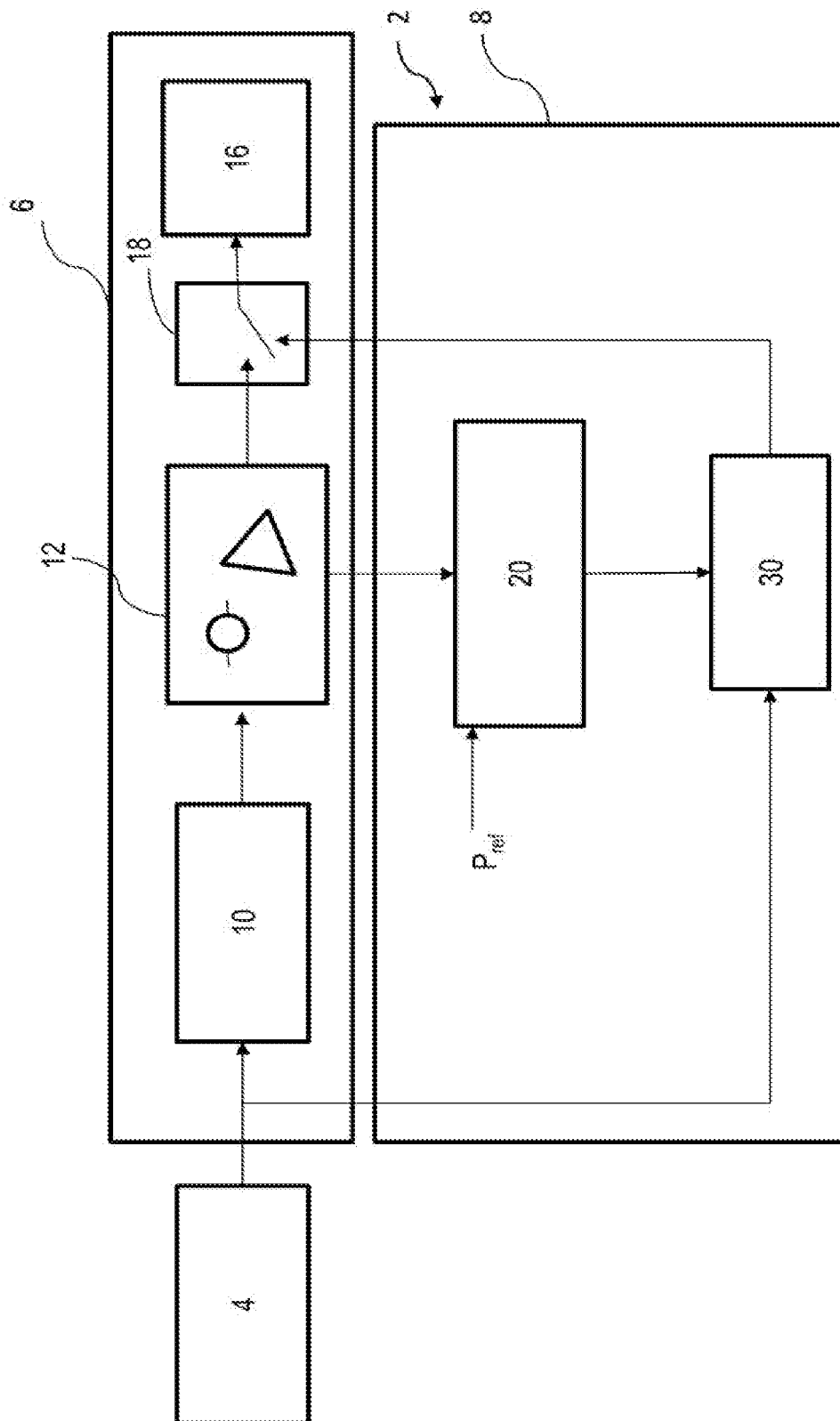
- [Revendication 4] Procédé selon l'une quelconque des revendications 2 ou 3, dans lequel les informations caractéristiques comportent des coordonnées d'un point central du symbole à surveiller.
- [Revendication 5] Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, dans lequel les attributs de symboles sont sélectionnés parmi une couleur, une valeur de priorité ou de profondeur, une valeur de transparence ou un attribut dédié, ou une combinaison desdits attributs.
- [Revendication 6] Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, dans lequel les attributs de symboles sont attribués individuellement à un pixel ou à un groupe de pixels.
- [Revendication 7] Procédé selon l'une quelconque des revendications 1 à 6 comprenant une mise en œuvre des étapes a) à d) pour une pluralité de symboles prédéterminés à surveiller.
- [Revendication 8] Programme d'ordinateur comportant des instructions logicielles qui, lorsqu'elles sont exécutées par un ou plusieurs dispositifs électroniques programmables, mettent en œuvre un procédé de validation de génération graphique de symboles à afficher conforme aux revendications 1 à 7.
- [Revendication 9] Système de validation de génération graphique de symboles à afficher, comportant un module (10) de génération graphique de symboles (34, 36) à afficher, en fonction d'informations sources en provenance d'au moins un équipement physique, pour former un flux vidéo comportant une pluralité de trames (38) comportant lesdits symboles, chaque trame étant constituée de pixels ayant des valeurs associées, le flux vidéo étant destiné à être affiché pour permettre à un opérateur de contrôler un système (4),
caractérisé en ce que le module (10) de génération graphique de symboles (34, 36) à afficher est configuré pour effectuer une génération de pixels, avec, pour chaque pixel contribuant à un desdits symboles, l'attribution d'au moins un attribut de symbole associé,
le système étant en outre caractérisé en ce qu'il comporte, pour au moins une trame (38) dudit flux vidéo:
- un module d'identification (20) configuré pour :
 - obtenir au moins un attribut de symbole de référence associé à au moins un symbole à surveiller,
 - identifier des pixels ayant le ou les attribut(s) de symbole de référence, pendant un parcours des pixels

de ladite trame dans un sens de parcours pré-déterminé, les pixels identifiés contribuant audit au moins un symbole à surveiller, et calculer des informations caractéristiques associées aux pixels identifiés,

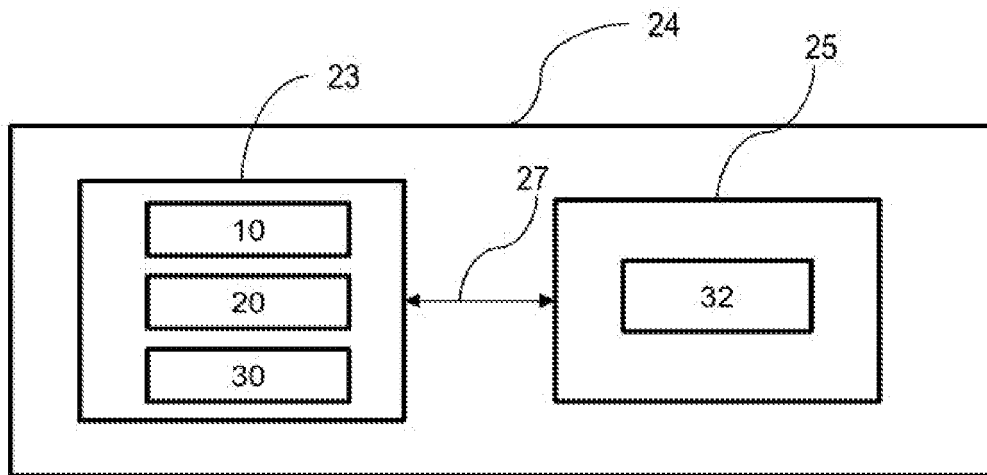
- un module de validation (30) configuré pour valider l’affichage du ou des symboles à surveiller en fonction desdites informations caractéristiques calculées et d’informations sources associées auxdits symboles à afficher, et, en cas d’absence de validation, effectuer une levée d’alerte.

[Revendication 10] Système selon la revendication 9, dans lequel ledit module (10) de génération graphique est implémenté par une première chaîne de traitement (6) et les modules d’identification (20) et de validation (30) sont implémentés par une deuxième chaîne de traitement (8).

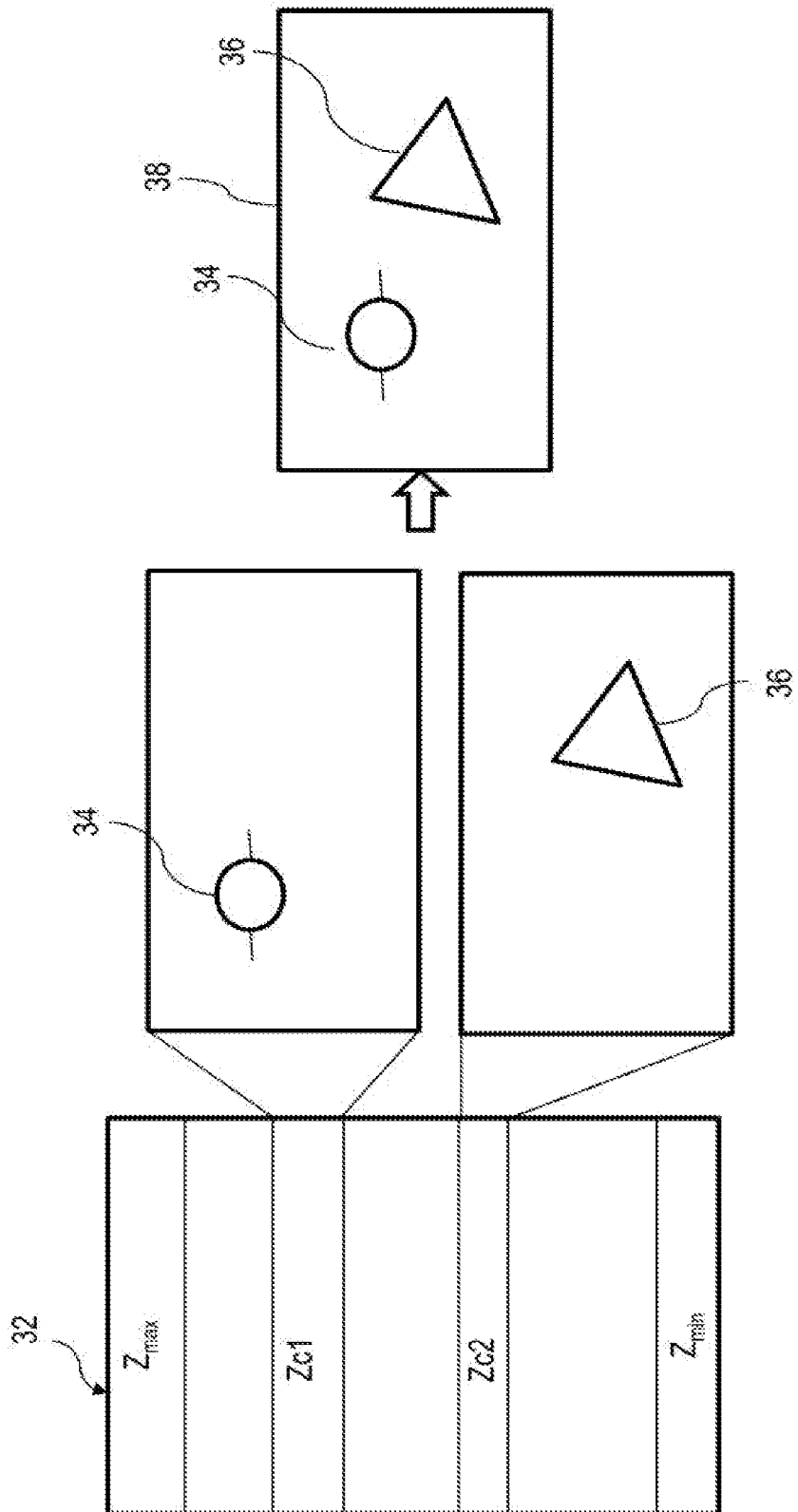
[Fig. 1]



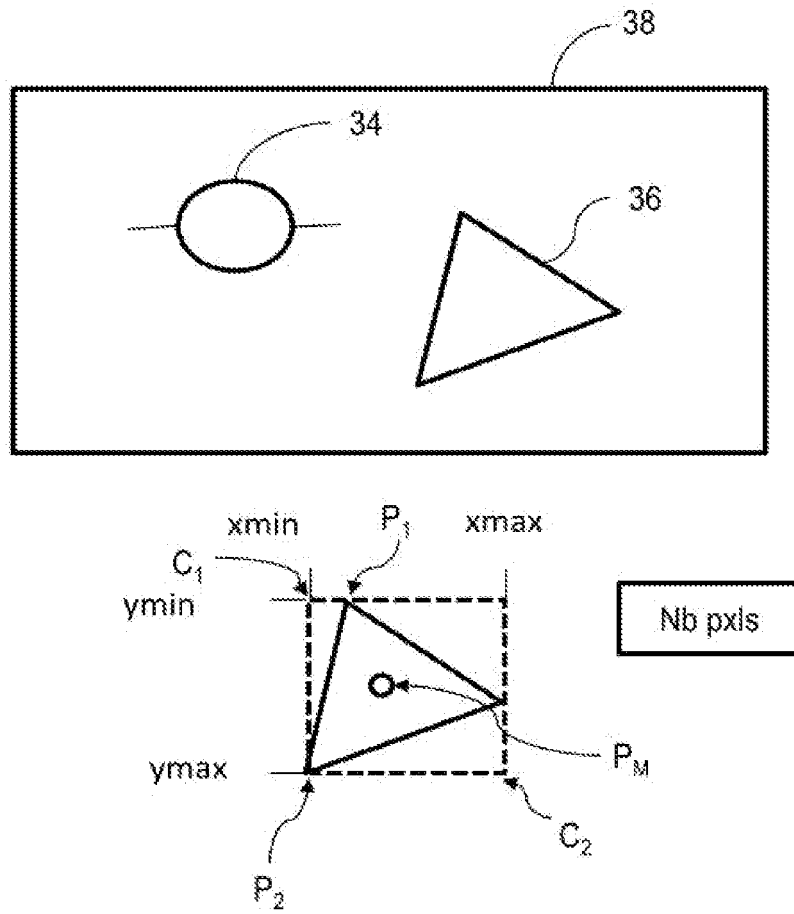
[Fig. 2]



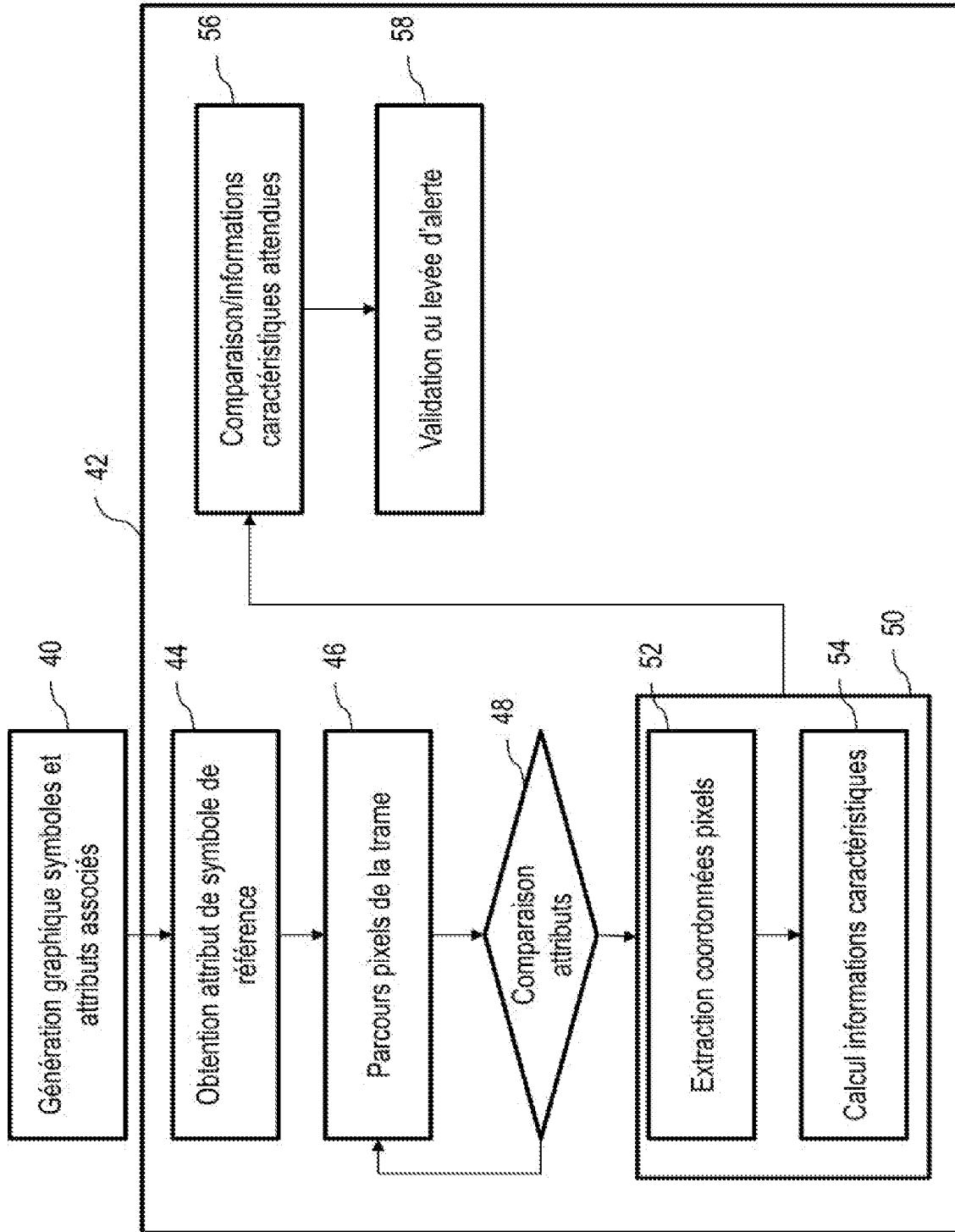
[Fig. 3]



[Fig. 4]



[Fig. 5]



**RAPPORT DE RECHERCHE
PRÉLIMINAIRE**

N° d'enregistrement
national

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

FA 895659
FR 2103956

DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS		Revendication(s) concernée(s)	Classement attribué à l'invention par l'INPI
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes		
X	US 2019/147281 A1 (ATAC ROBERT B [US] ET AL) 16 mai 2019 (2019-05-16) * alinéas [0006], [0025], [0029], [0030], [0032], [0034], [0037]; figures 4, 5 * * alinéas [0038], [0043] - [0044], [0049] *	1-10	G06T7/00 G06T7/90 G06T7/60 G06T7/50 B64D43/00
A	EP 1 892 670 A2 (HONEYWELL INT INC [US]) 27 février 2008 (2008-02-27) * alinéas [0003], [0008], [0041] - [0043]; figures 1, 2, 5 *	1-10	
A	US 7 212 175 B1 (MAGEE PATRICK L [US] ET AL) 1 mai 2007 (2007-05-01) * colonne 1, ligne 39 - colonne 2, ligne 4; figures 1, 2 * * colonne 3, ligne 16 - colonne 4, ligne 6 *	1-10	
A	WANG BILL X: "Detecting Hazardously Misleading Information on Safety-Critical Displays", 2019 IEEE/AIAA 38TH DIGITAL AVIONICS SYSTEMS CONFERENCE (DASC), IEEE, 8 septembre 2019 (2019-09-08), pages 1-5, XP033765462, DOI: 10.1109/DASC43569.2019.9081770 [extrait le 2020-04-28] * le document en entier *	1-10	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC) G06F G01C G09G
Date d'achèvement de la recherche 20 décembre 2021		Examineur Meurisse, Wim	
CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS		T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure. D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant	
X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire			

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 2103956 FA 895659**

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche préliminaire visé ci-dessus.
Les dits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du **20-12-2021**
Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets, ni de l'Administration française

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 2019147281 A1	16-05-2019	EP 3710881 A1	23-09-2020
		US 2019147281 A1	16-05-2019
		WO 2019099835 A1	23-05-2019

EP 1892670 A2	27-02-2008	BR PI0705799 A	10-06-2008
		CA 2598377 A1	25-02-2008
		EP 1892670 A2	27-02-2008
		US 2008049028 A1	28-02-2008

US 7212175 B1	01-05-2007	AUCUN	
