

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

(19) Organisation Mondiale de la
Propriété Intellectuelle
Bureau international



(10) Numéro de publication internationale
WO 2024/252008 A1

(43) Date de la publication internationale
12 décembre 2024 (12.12.2024)

(51) Classification internationale des brevets :
G01S 7/48 (2006.01) G01S 17/931 (2020.01)
G01S 17/42 (2006.01)

(21) Numéro de la demande internationale :
PCT/EP2024/065834

(22) Date de dépôt international :
07 juin 2024 (07.06.2024)

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

(30) Données relatives à la priorité :
FR2305838 09 juin 2023 (09.06.2023) FR

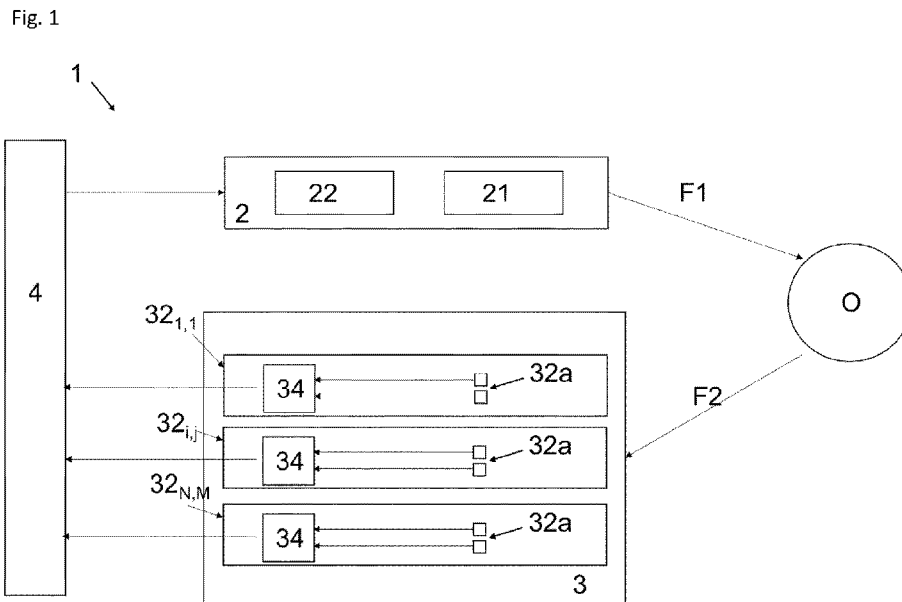
(71) Déposant : VALEO VISION [FR/FR] ; 34 rue Saint-André, 93012 BOBIGNY CEDEX (FR).

(72) Inventeurs : MIMOUN, Mickael ; c/o VALEO VISION, 34 rue Saint André, 93000 BOBIGNY CEDEX (FR). **BED-DAR, Sidahmed** ; c/o VALEO VISION, 34 rue Saint André, 93000 BOBIGNY CEDEX (FR). **RENAUD, Pierre** ; c/o VALEO VISION, 34 rue Saint André, 93000 BOBIGNY CEDEX (FR). **GOURDON, Matheo** ; c/o VALEO VISION, 34 rue Saint André, 93000 BOBIGNY CEDEX (FR). **EL-IDRISSI, Hafid** ; c/o VALEO VISION, 34 rue Saint André, 93000 BOBIGNY CEDEX (FR). **PIQUARD, Geoffrey** ; c/o VALEO VISION, 34 rue Saint André, 93000 BOBIGNY CEDEX (FR). **AFONSO, Jose** ; c/o VALEO VISION, 34 rue Saint André, 93000 BOBIGNY CEDEX (FR).

(74) Mandataire : VALEO VISIBILITY ; 34 rue Saint-André, 93012 BOBIGNY CEDEX (FR).

(54) Title: TELEMETRY LIGHT SYSTEM FOR A MOTOR VEHICLE COMPRISING A MODULE FOR RECEIVING A LIGHT BEAM

(54) Titre : SYSTÈME LUMINEUX DE TÉLÉMÉTRIE D'UN VÉHICULE AUTOMOBILE COMPORTANT UN MODULE DE RÉCEPTION D'UN FAISCEAU LUMINEUX



(57) Abstract: The invention relates to a telemetry system for a motor vehicle, the system comprising a receiving module (3) that comprises a plurality of elementary acquisition modules (32), each capable of generating an elementary detection signal (Sde); and a computing unit (4) capable of detecting, in each received elementary detection signal (Sde), the presence of a sequence (Seq) of predetermined data; characterised in that, in the absence of detection of the data sequence (Seq) in a first elementary detection signal (Sde1) generated by a first elementary acquisition module (321), the computing unit (4) is arranged to generate a combination of the first elementary detection signal (Sde1) and of a second elementary detection signal (Sde2) generated by a second elementary acquisition

WO 2024/252008 A1

(81) **États désignés** (*sauf indication contraire, pour tout titre de protection nationale disponible*) : AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MU, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

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

Publiée:

- avec rapport de recherche internationale (Art. 21(3))
- en noir et blanc ; la demande internationale telle que déposée était en couleur ou en échelle de gris et est disponible sur PATENTSCOPE pour téléchargement.

module (322) adjacent to the first elementary acquisition module (321), and to detect the presence of the data sequence (Seq) in the combination.

(57) **Abstrégé** : L'invention concerne un système de télémétrie d'un véhicule automobile comprenant un module de réception (3) comportant une pluralité de modules d'acquisition élémentaires (32) chacun apte à générer un signal de détection élémentaire (Sde); et une unité de calcul (4) apte à détecter dans chaque signal de détection élémentaire (Sde) reçu, la présence d'une séquence de données (Seq) prédéterminées; caractérisé en ce qu'en l'absence de détection de ladite séquence de données (Seq) dans un premier signal de détection élémentaire (Sde1) généré par un premier module d'acquisition élémentaire (321), l'unité de calcul (4) est agencée pour générer une combinaison dudit premier signal de détection élémentaire (Sde1) et d'un deuxième signal de détection élémentaire (Sde2) généré par un deuxième module d'acquisition élémentaire (322) voisin du premier module d'acquisition élémentaire (321) et pour détecter la présence de ladite séquence de données (Seq) dans ladite combinaison.

Description

Titre de l'invention : Système lumineux de télémétrie d'un véhicule automobile comportant un module de réception d'un faisceau lumineux

- [0001] L'invention concerne le domaine de l'éclairage et/ou de la signalisation lumineuse automobile, des fonctions de détection d'un objet par un véhicule automobile et d'estimation de la distance séparant cet objet du véhicule. Plus précisément, l'invention concerne un système d'éclairage et/ou de signalisation d'un véhicule automobile apte à mettre en œuvre des fonctions de télémétrie.
- [0002] Il est connu, dans le domaine automobile, d'utiliser un faisceau lumineux pulsé émis par un module lumineux d'un système lumineux d'un véhicule automobile pour réaliser une fonction photométrique donnée.
- [0003] De façon classique, la source lumineuse permettant l'émission de ce faisceau lumineux est contrôlée par un signal électrique modulé en largeur d'impulsion, ou PWM (de l'anglais « Pulse Width Modulation »). La source lumineuse est ainsi périodiquement activée et désactivée par ce signal PWM, de sorte que le faisceau lumineux émis soit composé d'impulsions lumineuses se succédant avec une fréquence suffisamment élevée pour que l'œil humain ne les distingue plus. L'intensité du faisceau lumineux émis est fonction du rapport cyclique de ce signal PWM, de sorte qu'il soit possible de la contrôler en ajustant ce rapport cyclique et donc de réaliser une fonction photométrique.
- [0004] Au-delà de la réalisation d'une ou plusieurs fonctions photométriques, comme un feu diurne ou un éclairage de type croisement, diverses fonctions peuvent être mises en œuvre par ce type de module lumineux. Par exemple, la source lumineuse du module lumineux peut être contrôlée pour que les impulsions du faisceau lumineux émis transportent une séquence de données. Le système lumineux peut ainsi être équipé d'un module de réception afin de recevoir le faisceau lumineux émis, après réflexion sur un objet au voisinage du véhicule. Une unité de calcul du véhicule automobile peut alors, après détection de la séquence de données dans le faisceau lumineux reçu, déterminer le temps de vol du faisceau lumineux émis et donc évaluer la distance séparant le véhicule de l'objet.
- [0005] De la sorte, le faisceau lumineux peut conserver sa fonction originelle, à savoir réaliser une fonction photométrique, tout en permettant au système lumineux de mettre en œuvre une fonction de télémétrie, laquelle peut être particulièrement avantageuse par exemple pour des fonctions d'assistance à la conduite ou dans le cadre d'une conduite autonome ou semi-autonome.
- [0006] Toutefois, ce type de système basé sur l'utilisation d'un module d'émission capable à la fois de réaliser une fonction lumineuse photométrique et une transmission de données présente des inconvénients. En effet, le module de réception destiné à recevoir le faisceau lumineux transportant les données, qu'il soit agencé dans le même véhicule ou dans un autre véhicule, doit comporter au moins un photodétecteur pour convertir ce faisceau lumineux en un signal électrique afin de démoduler ce signal et en extraire une séquence de données.

- [0007] De manière générale, afin de pouvoir détecter un objet avec une résolution spatiale acceptable, il est nécessaire d'employer un réseau de photodétecteurs, chaque photodétecteur étant destiné à la détection d'un objet dans une plage angulaire donnée.
- [0008] Or, dans certaines conditions, un photodétecteur peut voir son rapport signal à bruit être fortement dégradé, compte tenu des sources de lumière parasite présentes dans l'environnement du véhicule, comme de l'éclairage urbain, de l'éclairage automobile de véhicules croisés ou suivis, voire de la lumière du soleil, et de la nature des objets présents dans l'environnement, et notamment de leur capacité de réflexion. Cette dégradation du rapport signal à bruit peut alors diminuer la précision de l'unité de calcul dans l'estimation de la distance de l'objet cible, voire entraîner des détections de faux positifs.
- [0009] Par ailleurs, certains types de photodétecteurs présentent, après la réception d'un photon, un temps mort pendant lesquels ils sont inopérants. Compte tenu des fréquences de modulation des faisceaux lumineux envisagées, ce temps mort a pour conséquence de diminuer la résolution de détection et le rapport signal à bruit du système de télémétrie.
- [0010] Afin d'augmenter ce rapport signal à bruit et de pallier les inconvénients mentionnés, il a été envisager de regrouper, dans un même module d'acquisition élémentaire, plusieurs photodétecteurs destinés ensemble à détecter un objet dans une même plage angulaire. La redondance ainsi introduite permet notamment de continuer la détection dans cette plage angulaire, lorsque l'un des photodétecteurs est dans une configuration post-détection, et cela malgré une luminosité très élevée. Toutefois, cette solution a l'inconvénient de diminuer la résolution angulaire du système.
- [0011] Il existe ainsi un besoin pour un système lumineux d'un véhicule automobile, capable de réaliser une fonction de télémétrie, qui soit efficace et dont le rapport signal à bruit soit optimal dans toutes les conditions météorologiques, ainsi que de trouver un compromis optimal entre le rapport signal sur bruit et la résolution angulaire.
- [0012] La présente invention se place dans ce contexte, et vise à répondre à ces besoins.
- [0013] A cet effet, il a été mis au point un système de télémétrie d'un véhicule automobile comprenant un module de réception apte à recevoir un faisceau lumineux, dans lequel le module de réception comporte une pluralité de modules d'acquisition élémentaires comprenant chacun au moins un photodétecteur apte à convertir un signal lumineux qu'il reçoit en un signal électrique, chaque module d'acquisition élémentaire étant apte à générer un signal de détection élémentaire en fonction du ou des signaux électriques convertis par le ou les photodétecteurs du module d'acquisition élémentaire, une unité de calcul apte à recevoir les signaux de détection élémentaires générées par les modules d'acquisition élémentaires et apte à détecter dans chaque signal de détection élémentaire reçu, la présence d'une séquence de données prédéterminées.
- [0014] Selon l'invention, en l'absence de détection de ladite séquence de données dans au moins un premier signal de détection élémentaire généré par un premier module d'acquisition élémentaire, l'unité de calcul est agencée pour générer une combinaison dudit premier signal

de détection élémentaire et d'un deuxième signal de détection élémentaire généré par un deuxième module d'acquisition élémentaire voisin du premier module d'acquisition élémentaire et pour détecter la présence de ladite séquence de données prédéterminées dans ladite combinaison.

- [0015] L'invention permet ainsi d'améliorer le rapport signal sur bruit afin d'améliorer la détection d'objet à longue distance tout en améliorant la résolution angulaire de ladite détection d'objet. En effet, la portion du faisceau lumineux reçue par un module d'acquisition élémentaire ayant généré un signal de détection élémentaire correspond à la réflexion par un obstacle d'un faisceau lumineux modulé émis et contenant ladite séquence de données prédéterminées. Ce module d'acquisition élémentaire définit ainsi un pixel de détection.
- [0016] En d'échec de détection au niveau d'un pixel correspondant à un seul module d'acquisition élémentaire, une nouvelle détection va être tentée au niveau d'un pixel virtuellement plus vaste, correspondant à une agrégation de différents modules d'acquisition. La portion du faisceau lumineux reçue par l'ensemble de ces modules d'acquisition élémentaires correspond à la réflexion dudit faisceau lumineux modulé par un obstacle contenu dans ce pixel plus vaste.
- [0017] Le fait que l'unité de calcul puisse cumuler de façon dynamique les informations de détection de plusieurs modules d'acquisition élémentaires permet alors une séparation du signal par rapport au bruit de manière plus aisée. Ainsi, la détection de l'objet est dépendante du bruit du milieu ambiant, dit en d'autres termes, lorsque le bruit est faible, la résolution angulaire est plus élevée et lorsque le bruit est élevé, l'unité de calcul comprend de plus nombreux signal de détection de modules d'acquisition élémentaires, réduisant la résolution angulaire mais permettant de diminuer le risque de faux positif.
- [0018] Avantageusement, la pluralité de modules d'acquisition élémentaire est agencée en matrice. Par exemple, l'ensemble des photodétecteurs peut former un capteur, par exemple un unique composant électronique. Par exemple toujours, chaque photodétecteur, ou chaque pluralité de photodétecteurs, pourra présenter une largeur et/ou une longueur inférieure à une dizaine de micromètres, ce qui permet d'obtenir un champ de réception du module d'acquisition élémentaire d'au maximum $0,1^\circ$ et donc d'augmenter la résolution spatiale du module de réception.
- [0019] Avantageusement, le ou chaque photodétecteur de chaque module d'acquisition élémentaire est une photodiode à avalanche. Ce type de photodétecteur est également connu sous le nom de SPAD, de l'anglais « Single-Photon Avalanche Diode ». L'ensemble des photodiodes à avalanche peut ainsi former un photomultiplicateur sur silicium ou SiPM (de l'anglais « Silicon PhotoMultiplier »). Ce type de photodétecteur permet de détecter l'incidence d'un seul photon avec un gain important, par exemple de l'ordre de 106, et donc de pallier les dégradations du rapport signal-à-bruit dues aux conditions externes
- [0020] Selon un exemple de réalisation de l'invention, le module de réception peut comporter une unité optique agencée devant les modules d'acquisition élémentaires.

- [0021] Dans un mode de réalisation particulier, chaque module d'acquisition élémentaire comporte un comparateur agencé pour comparer le signal électrique converti par chaque photodétecteur à une valeur seuil donnée et pour générer ledit signal de détection élémentaire en fonction de ladite comparaison. Le comparateur forme ainsi une unité de démodulation du faisceau lumineux reçu par le module de réception, apte à extraire une séquence de données, dite démodulée, depuis un signal électrique converti par un photodétecteur.
- [0022] De préférence, chaque module d'acquisition élémentaire comporte une pluralité de photodétecteurs, le comparateur étant agencé pour comparer le signal électrique converti par chaque photodétecteur à une même valeur seuil donnée et pour générer un sous-signal de détection élémentaire en fonction de ladite comparaison. Le cas échéant, le comparateur est agencé pour sommer les sous-signaux de détection élémentaires pour former le signal de détection élémentaire.
- [0023] Dans un mode de réalisation particulier, pour chaque signal de détection élémentaire qu'elle reçoit, l'unité de calcul est agencée pour estimer des valeurs d'une fonction de corrélation entre ledit signal de détection élémentaire et ladite séquence de données prédéterminées et pour détecter la présence de ladite séquence de données prédéterminées dans ledit signal de détection élémentaire à partir desdites valeurs de la fonction de corrélation.
- [0024] Par exemple, l'unité de calcul est agencée pour estimer chaque valeur de la fonction de corrélation entre ledit signal de détection élémentaire et ladite séquence de données prédéterminées en évaluant la corrélation croisée du signal de détection élémentaire et la ladite séquence de données prédéterminées retardée d'une durée donnée associée à ladite valeur.
- [0025] En d'autres termes, chaque valeur de la fonction de corrélation est ainsi associée à une valeur d'un décalage temporel de la séquence modulante employée pour estimer cette valeur de la fonction de corrélation. L'unité de calcul est ainsi agencée pour identifier la valeur de décalage temporel associée à la valeur maximum de la fonction de corrélation croisée.
- [0026] De préférence, l'unité de calcul est agencée pour déterminer la valeur d'un pic de ladite fonction de corrélation, pour comparer ladite valeur du pic à une valeur seuil prédéterminée et pour détecter la présence de ladite séquence de données prédéterminées dans ledit signal de détection élémentaire en fonction de ladite comparaison. L'unité de calcul pourra par exemple conclure à la présence de ladite séquence de données prédéterminées dans ledit signal de détection élémentaire uniquement si ladite valeur du pic est supérieure à la valeur seuil prédéterminée, et pourra, dans le cas contraire, générer ladite combinaison des premier et deuxième signaux de détection élémentaires.
- [0027] Dans un mode de réalisation particulier, l'unité de calcul est agencée pour générer ladite combinaison dudit premier signal de détection élémentaire et d'un deuxième signal de détection élémentaire généré par un deuxième module d'acquisition élémentaire voisin du premier module d'acquisition élémentaire en additionnant lesdits premier et deuxième signaux de détection élémentaire.
- [0028] Ainsi, l'unité de calcul est agencée pour générer une combinaison de signaux de détection,

et ainsi déterminer la présence d'un objet si la valeur du pic de la combinaison est supérieure à la valeur seuil prédéterminée.

- [0029] Dans un mode de réalisation préféré, l'unité de calcul est agencée pour, en l'absence de détection de ladite séquence de données prédéterminées dans une première combinaison de signaux de détection élémentaire générés par une pluralité de modules d'acquisition élémentaires :
- a. générer une deuxième combinaison de ladite première combinaison et d'un signal de détection élémentaire généré par un module d'acquisition élémentaire voisin de ladite pluralité de modules d'acquisition élémentaires,
 - b. détecter la présence de ladite séquence de données prédéterminée dans ladite deuxième combinaison.
- [0030] Le cas échéant, l'unité de calcul est agencée pour itérer les étapes de génération d'une combinaison de signaux élémentaires et de détection de ladite séquence de données prédéterminées dans ladite combinaison, jusqu'à ce que ladite séquence de données prédéterminée soit détectée dans une combinaison de signaux élémentaires et/ou qu'au moins une condition d'arrêt prédéterminée soit satisfaite.
- [0031] De préférence, l'unité de calcul est agencée pour générer ladite deuxième combinaison à partir de ladite première combinaison et d'un signal de détection élémentaire généré par un module d'acquisition élémentaire voisin de ladite pluralité de modules d'acquisition élémentaires et situé dans une direction donnée du premier module d'acquisition élémentaire à partir duquel la première combinaison a été générée.
- [0032] Dans un mode de réalisation particulier, l'unité de calcul est agencée pour générer plusieurs deuxièmes combinaisons à partir de la première combinaison et de signaux de détection élémentaires générés par des modules d'acquisition élémentaires voisins de ladite pluralité de modules d'acquisition élémentaires et situés dans différentes directions données depuis le premier module d'acquisition élémentaire à partir duquel la première combinaison a été générée. Les étapes de génération et de détection seront ainsi itérées pour chacune des deuxièmes combinaisons ainsi générées jusqu'à ce que ladite séquence de données prédéterminée soit détectée dans une combinaison de signaux élémentaires et/ou qu'au moins une condition d'arrêt prédéterminée soit satisfaite, l'ensemble des itérations initiées dans ladite direction donnée à partir du module d'acquisition élémentaire initial étant stoppées dans ce cas.
- [0033] On pourra par exemple envisager que les modules voisins soient les modules immédiatement à gauche, à droite, en haut et en bas du premier module d'acquisition élémentaire à partir duquel la première combinaison a été générée. Plus particulièrement, l'unité de calcul pourra être agencée pour générer une deuxième combinaison à l'aide du module d'acquisition élémentaire situé à la droite du premier module d'acquisition élémentaire à partir duquel la première combinaison a été générée, une deuxième combinaison à l'aide du module d'acquisition élémentaire situé à la gauche de ce premier module d'acquisition élémentaire,

une deuxième combinaison à l'aide du module d'acquisition élémentaire situé en haut de ce premier module d'acquisition élémentaire et une deuxième combinaison à l'aide du module d'acquisition élémentaire situé en bas de ce premier module d'acquisition élémentaire.

- [0034] Dans un mode de réalisation préféré, ladite condition d'arrêt est satisfaite si le nombre de modules d'acquisition élémentaires composant ladite pluralité de modules d'acquisition élémentaires est supérieur à un nombre seuil prédéterminé. On pourra ainsi limiter l'expansion des combinaisons à un nombre donné de modules d'acquisition élémentaires à partir du module d'acquisition élémentaire initial dans une direction donnée, par exemple à 20 modules d'acquisition.
- [0035] Dans un mode de réalisation particulier, ladite condition d'arrêt est satisfaite si l'unité de calcul a détecté la présence de ladite séquence de données prédéterminées dans le signal de détection élémentaire reçu dudit module d'acquisition élémentaire voisin.
- [0036] Dans un mode de réalisation de l'invention, le système comporte un module d'émission comportant un module lumineux apte à émettre un faisceau lumineux, et une unité de modulation apte à recevoir une séquence de données, dite modulante, et agencée pour moduler le faisceau lumineux émis à partir de ladite séquence modulante. Ladite séquence modulante forme ainsi ladite séquence de données prédéterminées que l'unité de calcul cherche à détecter.
- [0037] Le faisceau lumineux pourra par exemple être un faisceau pulsé, chaque impulsion correspondant à une ou plusieurs valeurs hautes consécutives de la séquence de données modulante et l'intervalle séparant deux impulsions consécutives correspondant à une ou plusieurs valeurs basses consécutives de cette séquence de données modulante. Chaque impulsion du faisceau lumineux modulé est émise avec une puissance lumineuse pic, de sorte que la puissance lumineuse moyenne du faisceau lumineux modulé émis est ainsi définie par la puissance lumineuse pic et le rapport cyclique de la séquence de données modulante.
- [0038] Le faisceau lumineux reçu par le module de réception contient ainsi la réflexion du faisceau lumineux par un objet à détecter. Ledit signal de détection élémentaire reçu par l'unité de calcul est donc formé d'une séquence de données, dite démodulée, composée de la séquence modulante retardée et de bruit. Chaque valeur de la fonction de corrélation estimée par l'unité de calcul est associée à une valeur d'un décalage temporel de la séquence modulante, ou de la séquence démodulée, employée pour estimer cette valeur de la fonction de corrélation. La fonction de corrélation entre cette séquence de données démodulée et la séquence modulante est donc fonction de l'autocorrélation de cette séquence modulante.
- [0039] On peut ainsi détecter la présence de cette séquence de données modulante dans le faisceau lumineux reçu, après réflexion sur un objet dans l'environnement du véhicule et ainsi détecter la présence de cet objet ainsi qu'estimer sa distance au véhicule.
- [0040] Dans un mode de réalisation de l'invention, le module lumineux est apte à émettre un faisceau lumineux dont le spectre présente un pic à une longueur d'onde dans le visible, notamment comprise entre 400 nm et 500 nm. Avantageusement, le module lumineux comporte

une source lumineuse comprenant un générateur à semi-conducteur apte à émettre un faisceau lumineux élémentaire, notamment dont le spectre présente un pic à une longueur d'onde dans le visible, et un élément photoluminescent apte à convertir ledit faisceau lumineux élémentaire pour obtenir ledit faisceau lumineux.

- [0041] Le semi-conducteur pourra par exemple être un nitrure de gallium, ou encore GaN, apte à émettre, par électroluminescence et en réponse à un courant électrique le traversant, des rayons de lumière bleue. L'élément photoluminescent pourra par exemple être sous la forme d'une résine comportant un grenat d'yttrium et d'aluminium dopé au cérium, ou CE:YAG, apte à absorber de la lumière bleue et, par photoluminescence et en réponse à l'excitation réalisée par cette lumière, à émettre des rayons de lumière jaune. L'élément photoluminescent est disposé sur le générateur de sorte qu'une partie des rayons de lumière bleue excite cet élément pour qu'il émette, par photoluminescence des rayons de lumière jaune. L'autre partie des rayons de lumière bleue traverse cet élément. Ainsi, la source lumineuse émet simultanément, lorsqu'elle est alimentée électriquement, des rayons de lumière bleue et jaune, la lumière ainsi formée apparaissant blanche pour l'œil humain.
- [0042] La source lumineuse pourra ainsi être une source de type laser, une diode électroluminescente, une diode laser à cavité verticale émettant par la surface, également appelée VCSEL (de l'anglais « Vertical-Cavity Surface-Emitting Laser ») ou encore une diode superluminescente ou SLED (de l'anglais « Superluminescent diode »).
- [0043] Avantageusement, le module lumineux pourra comporter une unité optique agencée pour projeter les rayons lumineux émis par la source lumineuse pour former ledit faisceau lumineux.
- [0044] Avantageusement, l'unité de modulation est agencée pour générer un signal de contrôle modulé en largeur d'impulsion, pour moduler ledit signal de contrôle à partir de la séquence de données modulante et pour contrôler l'émission dudit faisceau lumineux par le module lumineux à partir du signal de contrôle modulé. Par exemple, l'unité de modulation pourra être agencée pour convertir la séquence de données modulante en un signal modulant et pour moduler, par exemple en amplitude, en fréquence ou en phase, le signal de contrôle avec ce signal modulant.
- [0045] Le cas échéant, l'unité de modulation peut être agencée pour contrôler la source lumineuse du module lumineux, et notamment une alimentation électrique fournie à cette source lumineuse, pour moduler le faisceau lumineux.
- [0046] Avantageusement, l'unité de calcul est agencée pour générer une séquence de données modulante, notamment de type binaire pseudo-aléatoire, pour transmettre la séquence de données modulantes à l'unité de modulation du module d'émission pour l'émission d'un faisceau lumineux modulé par le module d'émission.
- [0047] Une séquence binaire pseudo-aléatoire, ou PRBS (de l'anglais « PseudoRandom Binary Sequence »), est une séquence de données composée de valeurs hautes, à savoir des « 1 », et

de valeurs basses, à savoir des « 0 ». Ce type de séquence présente des propriétés particulièrement intéressantes. En effet, sa fonction d'autocorrélation est maximum pour un décalage temporel nul, c'est-à-dire lorsque la séquence est comparée à elle-même, et présente une valeur sensiblement inférieure à ce maximum pour tous les autres décalages temporels, c'est-à-dire lorsque la séquence est comparée à des versions décalées temporellement d'elle-même.

- [0048] Par ailleurs, la fonction de corrélation croisée entre deux séquences binaires pseudo-aléatoires est sensiblement inférieure au maximum des fonctions d'autocorrélation de ces séquences. Enfin, ce type de séquence est généralement générée au moyen d'un registre à décalage à rétroaction linéaire, ou LFSR (de l'anglais « Linear Feedback Shift Register »), lequel produit une suite récurrente périodique dont le motif est une séquence binaire pseudo-aléatoire.
- [0049] Compte tenu des propriétés d'autocorrélation des séquences binaires pseudo-aléatoires, la fonction de corrélation ainsi estimée sera ainsi maximum pour la valeur de décalage temporel correspondant au temps de vol du faisceau lumineux modulé émis, réfléchi puis reçu, même en cas de bruit important.
- [0050] Par conséquent, l'unité de calcul peut identifier cette valeur de décalage temporel associée à la valeur maximum de la fonction de corrélation avec une précision importante et en déduire la distance séparant l'objet sur lequel le faisceau s'est réfléchi et le véhicule automobile.
- [0051] En outre, compte tenu des propriétés de corrélation croisée, il apparaît ainsi peu probable que la réception d'un faisceau lumineux modulé émis par un système équivalent d'un autre véhicule automobile entraîne la détection d'un faux positif.
- [0052] On comprend enfin que la détection est opérée non pas sur une unique impulsion mais sur une séquence de données complète, de sorte que le rapport signal à bruit du système est amélioré.
- [0053] Avantageusement, le module d'émission est agencé de sorte que le faisceau lumineux participe, totalement ou partiellement, à la réalisation d'une fonction photométrique réglementaire prédéterminée. Il pourra par exemple s'agir d'un feu diurne ou DRL (de l'anglais « Day-time Running Lamp »), lequel présente comme avantage d'être émis dans un champ large avec une intensité faible.
- [0054] Avantageusement, le module d'émission est agencé dans un projecteur avant du véhicule automobile. De préférence, le module de réception et le module d'émission sont agencés dans un même projecteur avant du véhicule.
- [0055] L'invention a également pour objet un procédé de télémétrie mis en œuvre par un système selon l'invention.
- [0056] Bien entendu, les différentes caractéristiques, variantes et formes de réalisation de l'invention peuvent être associées les unes avec les autres selon diverses combinaisons dans la mesure où elles ne sont pas incompatibles ou exclusives les unes des autres.
- [0057] De plus, diverses autres caractéristiques de l'invention ressortent de la description annexée

effectuée en référence aux dessins qui illustrent des formes, non limitatives, de réalisation de l'invention et où :

- [0058] [Fig.1] représente, schématiquement et partiellement, une vue d'un système de télémétrie d'un véhicule automobile selon un exemple de réalisation de l'invention.
- [0059] [Fig.2] représente, schématiquement, un exemple de fonctionnement du système en l'absence de détection de la séquence de donnée prédéterminée.
- [0060] [Fig.3] représente, schématiquement et partiellement, un exemple de fonctionnement du système de la [Fig.1] lors de la mise en œuvre d'un procédé de télémétrie.
- [0061] Il est à noter que sur ces figures les éléments structurels et/ou fonctionnels communs aux différentes variantes peuvent présenter les mêmes références.
- [0062] Bien entendu, diverses autres modifications peuvent être apportées à l'invention dans le cadre des revendications annexées.
- [0063] En référence à la [Fig. 1], la présente invention est un système de télémétrie 1 d'un véhicule comprenant un module d'émission 2, un module de réception 3, et une unité de calcul 4.
- [0064] Le module d'émission 2 comporte un module lumineux 21 apte à émettre un premier faisceau lumineux F1, et une unité de modulation 22 apte à recevoir une séquence de données modulante Seq et agencée pour moduler le faisceau lumineux F1 émis à partir de ladite séquence modulante Seq.
- [0065] Le premier module d'émission 2 est par exemple agencé dans un projecteur du véhicule automobile.
- [0066] Le module lumineux 21 est agencé pour que le faisceau lumineux F1 qu'il émet, présente un spectre électromagnétique dont au moins une portion est située dans le spectre visible. De préférence, le spectre de ce faisceau lumineux F1 présente un pic d'intensité, ou raie, dans le bleu à 450 nm. On notera qu'il est possible que le spectre présente d'autres pics d'intensité, dans le visible et/ou dans l'infrarouge.
- [0067] Dans la mesure où le faisceau lumineux F1 est composé, partiellement ou totalement, de lumière blanche, il est possible d'employer ce faisceau lumineux pour participer, partiellement ou totalement, à la réalisation d'une fonction photométrique, notamment réglementaire, prédéterminée. Dans ce cas, le module lumineux 21 pourra comporter une unité optique agencée pour mettre en forme ce faisceau lumineux F1 de sorte que sa distribution photométrique satisfasse les exigences de ladite fonction. On pourra par exemple prévoir que le faisceau lumineux F1 participe à la réalisation d'une fonction de type feu diurne, ou DRL.
- [0068] En plus de cette fonction photométrique, le faisceau lumineux F1 permet au système 1 de réaliser des fonctions de détection et d'évaluation de la position d'un obstacle sur la route et/ou de communication avec un autre véhicule ou avec une infrastructure routière.
- [0069] A ces fins, l'unité de modulation 22 est agencée pour moduler le faisceau lumineux F1 émis par le module lumineux 21, à partir de la séquence de données modulantes Seq qu'elle reçoit, par exemple en contrôlant l'alimentation électrique fournie à la source lumineuse du

module lumineux.

- [0070] On pourra ainsi prévoir que l'unité de modulation 22 comporte un générateur d'un signal de contrôle modulé en largeur d'impulsion. Ce signal de contrôle permet de contrôler une alimentation à découpage (non représenté) de la source lumineuse du module lumineux 21. De façon classique, le rapport cyclique de ce signal de contrôle, fixé par l'unité de modulation 22, permet ainsi de contrôler la puissance électrique moyenne fournie à la source lumineuse, et donc de contrôler l'intensité lumineuse du faisceau lumineux F1, de sorte à satisfaire les exigences de la fonction photométrique qu'il réalise.
- [0071] Dans l'exemple décrit, l'unité de modulation 22 est agencée pour convertir la séquence de données Seq en un signal modulant et pour moduler le signal de contrôle initial à l'aide de ce signal modulant. On notera que plusieurs types de modulation peuvent être indifféremment employés dans le cadre de la présente invention, et notamment une modulation tout-ou-rien (ou OOK de l'anglais « On Off Keying »), une modulation en codage d'impulsion (ou PCM de l'anglais « Pulse Code Modulation »), une modulation en amplitude d'impulsion (ou PAM de l'anglais « Pulse Amplitude Modulation »), une modulation en largeur d'impulsion (ou PWM de l'anglais « Pulse Width Modulation ») ou encore une modulation en position d'impulsion (ou PPM de l'anglais « Pulse Position Modulation »).
- [0072] Le faisceau lumineux F1 ainsi émis est composé d'un train d'impulsions lumineuses se succédant avec une fréquence suffisamment élevée, par exemple supérieure à de 30 MHz, notamment comprise entre 50 MHz et 100 MHz, pour que l'œil humain ne les distingue plus. Par ailleurs, l'amplitude, la largeur et/ou la position de chaque impulsion au regard de la période permet au faisceau lumineux F1 de transporter la séquence de données Seq.
- [0073] Si un objet est présent dans l'environnement du véhicule automobile, il peut réfléchir ce faisceau lumineux F1 vers le module de réception 3, lequel reçoit ainsi un faisceau lumineux F2.
- [0074] En lien avec la [Fig. 2] représentant un exemple de réalisation d'un module de réception 3, ce module de réception 3 comporte une pluralité de modules d'acquisition élémentaires 32i,j, comprenant chacun plusieurs photodétecteurs 32a apte à convertir un signal lumineux qu'il reçoit en un signal électrique. Chaque module d'acquisition élémentaire 32i,j comporte par ailleurs une unité de démodulation 34, comprenant un comparateur agencé pour comparer le signal électrique converti par chaque photodétecteur 32a du module 32i,j à une même valeur seuil donnée. L'unité de démodulation 34 est ainsi agencée pour générer, à partir de chacune des comparaisons des signaux électriques issus des photodétecteurs 32a, un sous-signal de détection élémentaire, et pour sommer les sous-signaux de détection élémentaires ainsi générés pour générer un signal de détection élémentaire Sdei,j, lequel forme donc une séquence de données, dite démodulée.
- [0075] Les photodétecteurs 32a sont identiques et sont chacun formés par une photodiode à avalanche d'un photomultiplicateur sur silicium. On notera que les dimensions des photodétecteurs sont de l'ordre du micromètre. L'ensemble forme ainsi un capteur dont la résolution

spatiale de réception est de l'ordre de 1° , voire de $0,1^\circ$, et dont les capacités de détection, du fait de l'utilisation de photodiodes à avalanche, sont particulièrement importantes, même en cas de conditions d'acquisition dégradées.

- [0076] Chacun des photodétecteurs 32a d'un même module d'acquisition élémentaire 32i,j peut ainsi convertir la portion du faisceau lumineux F2 qu'il reçoit, en un signal électrique qu'il transmet à l'unité de démodulation 34, laquelle peut alors en extraire une séquence de données Sdei,j pour la transmettre à l'unité de calcul 4.
- [0077] Comme montré en [Fig. 2], les modules d'acquisition élémentaires 32i,j sont agencés de façon matricielle, sur N lignes et M colonnes.
- [0078] Dans l'exemple décrit, le module de réception 3 est agencé dans le projecteur du véhicule automobile, à côté du module d'émission 2.
- [0079] L'unité de calcul 4 est apte à recevoir les signaux de détection élémentaires Sdei,j générées par les modules d'acquisition élémentaires 32i,j et apte à détecter dans chaque signal de détection élémentaire Sdei,j reçu, la présence de la séquence de données modulante Seq.
- [0080] A ces fins, l'unité de calcul 4 est ainsi agencée pour estimer des valeurs d'une fonction de corrélation Fcorr entre chaque signal de détection élémentaire reçu Sdei,j et ladite séquence de données modulantes Seq, et pour détecter dans ce signal de détection élémentaire Sdei,j, la présence de la séquence de données modulante Seq à partir de ces valeurs de la fonction de corrélation Fcorr. En cas de détection, elle peut alors déterminer un temps de vol τ séparant l'émission dudit premier faisceau lumineux modulé émis F1 de la réception dudit faisceau lumineux reçu F2.
- [0081] L'unité de calcul 4 peut ainsi réaliser des fonctions de détection et d'évaluation de la position d'un objet sur la route, comme cela va être décrit en lien avec la [Fig. 3] qui représente un procédé de télémétrie mis en œuvre par le système lumineux 1.
- [0082] Dans une première étape E1, l'unité de calcul 4 génère, de façon périodique, une séquence de données modulante Seq, par exemple de type binaire, composée de « 0 » et de « 1 », pseudo aléatoire et de taille maximum, également nommée M-séquence, présentant un rapport cyclique de 50%.
- [0083] L'unité de calcul 4 transmet la séquence de données modulantes Seq à l'unité de modulation 22 du module d'émission 2 pour l'émission simultanée du faisceau lumineux F1 par le module d'émission 2.
- [0084] Dans une deuxième étape E2, l'unité de modulation 22 module les faisceau lumineux F1 émis par le module lumineux 21 à partir de cette séquence de données Seq. Ainsi, chaque unité de modulation 22 convertit la séquence de données Seq en un signal modulant et module le signal de contrôle initial à l'aide de ce signal modulant.
- [0085] On notera, que dans l'exemple décrit, chaque impulsion lumineuse du faisceau lumineux F1 émis par le module lumineux 21 correspond à un bit de valeur « 1 » de la séquence modulante Seq. La puissance moyenne d'une portion du faisceau lumineux F1 contenant la séquence Seq est ainsi définie par le nombre de bits de valeur « 1 » de cette séquence Seq au

regard du nombre de bits total de cette séquence, par la durée des impulsions et par la puissance pic de ces impulsions.

- [0086] Le faisceau lumineux F1 est ainsi émis jusqu'à atteindre un objet O, situé dans l'environnement du véhicule, lequel le réfléchit en direction du module de réception 3.
- [0087] Selon la position angulaire de l'objet O, le faisceau lumineux F2 reçu par le module de réception 3 est ainsi concentré sur l'un des modules d'acquisition élémentaires 32_{i,j}.
- [0088] Lorsque les conditions d'ensoleillement au voisinage du véhicule sont particulièrement importantes, la lumière du soleil vient ainsi s'ajouter au faisceau lumineux F2 reçu par le module de réception 3. Le faisceau lumineux F2 reçu par le module de réception 3 est ainsi composé d'une partie du faisceau lumineux F1 réfléchi par l'objet O et de bruit, par exemple généré par des sources de lumière parasite comme de l'éclairage urbain, de l'éclairage automobile, voire le soleil.
- [0089] Dans une troisième étape E3, chacun des modules d'acquisitions élémentaires 32 extrait ainsi, à l'aide de son unité de démodulation 34, un signal de détection élémentaire Sde_{i,j} qu'il transmet à l'unité de calcul 4.
- [0090] Pour chaque signal de détection élémentaire Sde_{i,j} qu'elle reçoit, l'unité de calcul 4 estime, dans une quatrième étape E4, des valeurs d'une fonction de corrélation Fcorr entre la séquence modulante Seq et ce signal de détection élémentaire Sde_{i,j}.
- [0091] L'unité de calcul 4 évalue ainsi, pour une pluralité de valeurs de décalage temporel, la valeur de la corrélation croisée, au moyen d'un produit de convolution cyclique, entre chaque signal de détection élémentaire Sde_{i,j} et la séquence modulante Seq retardée selon chacune des valeurs de décalage temporel.
- [0092] Compte tenu des propriétés d'autocorrélation et de corrélation croisée de la séquence modulante, la fonction de corrélation Fcorr sera ainsi maximum pour une valeur de décalage temporel correspondant au temps de vol du faisceau lumineux F1, séparant l'instant où il est émis par le module d'émission 2 et l'instant où il est reçu par un module d'acquisition élémentaire 32_{i,j} du module de réception 3, la séquence modulante Seq retardée de cette valeur correspondant ainsi sensiblement au signal de détection élémentaire Sde_{i,j}, au bruit près.
- [0093] Dans une cinquième étape E5, l'unité de calcul 4 identifie la valeur maximum Fcorr_max de chaque fonction de corrélation Fcorr associée à chaque module d'acquisition élémentaire 32_{i,j} et la compare à une valeur seuil Vs.
- [0094] Dans le cas où la valeur maximum d'une fonction de corrélation Fcorr est supérieure à la valeur seuil Vs, la séquence modulante Seq est considérée comme détectée par l'unité de calcul 4 dans le signal de détection élémentaire Sde_{i,j} issu du module d'acquisition élémentaire 32_{i,j} associé à cette fonction de corrélation Fcorr. Un objet O est donc détecté dans la plage angulaire, ou le pixel, surveillée par ce module d'acquisition élémentaire 32_{i,j} et l'unité de calcul 4 peut alors estimer, dans une sixième étape E6, la valeur τ du temps de vol du faisceau lumineux F1 entre l'objet O et le véhicule, associée à cette valeur maximum, ainsi

que la distance d séparant l'objet O du véhicule.

- [0095] En revanche, dans le cas où la valeur maximum d'une fonction de corrélation F_{corr} est inférieure à la valeur seuil V_s , c'est-à-dire en l'absence de détection de ladite séquence de données Seq dans le signal de détection élémentaire $S_{dei,j}$ généré par un module d'acquisition élémentaire $32i,j$, l'unité de calcul 4 génère, dans une septième étape $E7$, des combinaisons C_{sde} de ce signal de détection élémentaire $S_{dei,j}$ et de chaque signal de détection élémentaire $S_{dei-1,j}$, $S_{dei+1,j}$, $S_{dei,j-1}$ et $S_{dei,j+1}$ généré par les modules d'acquisition élémentaire $32i-1,j$, $32i+1,j$, $32i,j-1$ et $32i,j+1$ situé immédiatement à droite, à gauche, en haut et en bas du module d'acquisition élémentaire $32i,j$.
- [0096] Pour chacun des signaux de détection élémentaires $S_{dei',j'}$ généré par le module d'acquisition élémentaire voisin du module $32i,j$, la combinaison C_{sde} est réalisée en additionnant les signaux $S_{dei,j}$ et $S_{dei',j'}$.
- [0097] Les étapes $E4$ d'estimation des valeurs de la fonction de corrélation F_{corr} et $E5$ de recherche de la valeur maximum F_{corr_max} avec comparaison de cette valeur maximum à la valeur seuil V_s sont réitérées avec les séquences C_{sde} résultant de ces combinaisons.
- [0098] De nouveau, en l'absence de détection de ladite séquence de données Seq dans les différentes séquences C_{sde} résultant de ces combinaisons, l'unité de calcul 4 génère, dans la septième étape $E7$, une nouvelle séquence C_{sde} à partir de la séquence C_{sde} précédente, obtenue à l'aide du module voisin dans une direction donnée au module initial $32i,j$, et du signal de détection élémentaire $S_{dei',j'}$ généré par le module d'acquisition élémentaire suivant dans cette direction donnée.
- [0099] L'unité de calcul 4 itère ainsi les étapes $E7$, $E4$ et $E6$, jusqu'à ce que ladite séquence de données prédéterminée Seq soit détectée une combinaison C_{sde} de signaux élémentaires et/ou jusqu'à ce qu'au moins une condition d'arrêt prédéterminée soit satisfaite.
- [0100] La réitération des étapes $E7$, $E4$ et $E6$ pour une direction donnée est notamment interrompue lorsque le signal de détection élémentaire $S_{dei',j'}$ généré par le module d'acquisition élémentaire suivant dans cette direction donnée à lui-même permis une détection de la séquence de données modulante Seq dans ce signal ou dans une autre combinaison C_{sde} issue de ce signal ou employant ce signal. Il est ainsi considéré que ce module suivant définit ou fait partie d'un autre pixel dans lequel un autre objet a été détecté.
- [0101] La réitération des étapes $E7$, $E4$ et $E6$ pour une direction donnée est également interrompue lorsque le nombre de modules d'acquisition élémentaires, dont les signaux de détection élémentaires $S_{dei',j'}$ composent la combinaison C_{sde} , dépasse une valeur seuil donnée, par exemple 20. Il est alors considéré qu'il n'y a pas d'objet à détecter au niveau d'un pixel défini par ces modules d'acquisition élémentaire ou que le compromis entre rapport signal à bruit et résolution angulaire n'est plus satisfaisant.
- [0102] La description qui précède explique clairement comment l'invention permet d'atteindre les objectifs qu'elle s'est fixée, à savoir fournir un système lumineux d'un véhicule automobile,

capable de réaliser à la fois une fonction photométrique réglementaire donnée et une fonction de télémétrie, et permettant de parvenir à un compromis optimal entre le rapport signal sur bruit et la résolution angulaire. Ces objectifs sont notamment atteints à l'aide d'une adaptation à la volée de la taille d'une plage angulaire élémentaire de détection, par agrégation des signaux de détection des modules d'acquisition élémentaires du module de réception lorsque ces signaux ne permettent pas seul de détection un objet.

[0103] En tout état de cause, l'invention ne saurait se limiter aux modes de réalisation spécifiquement décrits dans ce document, et s'étend en particulier à tous moyens équivalents et à toute combinaison techniquement opérante de ces moyens. En particulier, on pourra prévoir d'autres configurations des modules d'émission, et notamment un module d'émission employant d'autres types de source lumineuse que ceux décrits, comme une diode laser, une VCSEL ou une SLED ou une diode RGB. On pourra encore prévoir de réaliser d'autres fonctions photométriques que celle décrite, et notamment des fonctions d'éclairage de type croisement ou des fonctions de signalisation de type feu de position ou indicateur de direction.

Revendications

- [Revendication 1] Système de télémétrie (1) d'un véhicule automobile comprenant :
- Un module de réception (3) apte à recevoir un faisceau lumineux (F2), dans lequel le module de réception (3) comporte une pluralité de modules d'acquisition élémentaires (32) comprenant chacun au moins un photodétecteur (32a) apte à convertir un signal lumineux qu'il reçoit en un signal électrique (Sel), chaque module d'acquisition élémentaire (32) étant apte à générer un signal de détection élémentaire (Sde) en fonction du ou des signaux électriques (Sel) convertis par le ou les photodétecteurs (32a) du module d'acquisition élémentaire (32) ;
 - Une unité de calcul (4) apte à recevoir les signaux de détection élémentaires (Sde) générées par les modules d'acquisition élémentaires (32) et apte à détecter dans chaque signal de détection élémentaire (Sde) reçu, la présence d'une séquence de données (Seq) prédéterminées ;
- Caractérisé en ce qu'en l'absence de détection de ladite séquence de données (Seq) dans au moins un premier signal de détection élémentaire (Sde1) généré par un premier module d'acquisition élémentaire (321), l'unité de calcul (4) est agencée pour générer une combinaison dudit premier signal de détection élémentaire (Sde1) et d'un deuxième signal de détection élémentaire (Sde2) généré par un deuxième module d'acquisition élémentaire (322) voisin du premier module d'acquisition élémentaire (321) et pour détecter la présence de ladite séquence de données prédéterminées (Seq) dans ladite combinaison.
- [Revendication 2] Système de télémétrie (1) selon la revendication 1, caractérisé en ce que chaque module d'acquisition élémentaire (32) comporte un comparateur (34) agencé pour comparer le signal électrique (Sel) converti par chaque photodétecteur (32a) à une valeur seuil (Vs) donnée et pour générer ledit signal de détection élémentaire (Sde) en fonction de ladite comparaison.
- [Revendication 3] Système de télémétrie (1) selon la revendication précédente, caractérisé en ce que chaque module d'acquisition élémentaire (32) comporte une pluralité de photodétecteurs (32a), dans lequel le comparateur (34) est agencé pour comparer le signal électrique (Sel) converti par chaque photodétecteur (32a) à une même valeur seuil (Vs) donnée et pour générer un sous-signal de détection élémentaire en fonction de ladite comparaison et dans lequel le comparateur (34) est agencé pour sommer les sous-signaux de détection élémentaires pour former le signal de détection élémentaire (Sde).
- [Revendication 4] Système de télémétrie (1) selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que, pour chaque signal de détection élémentaire (Sde) qu'elle reçoit, l'unité de calcul (4) est agencée pour estimer des valeurs d'une fonction de corrélation (Fcorr) entre

ledit signal de détection élémentaire (Sel) et ladite séquence de données prédéterminées (Seq) et pour détecter la présence de ladite séquence de données prédéterminées (Seq) dans ledit signal de détection élémentaire (Sde) à partir desdites valeurs de la fonction de corrélation (Fcorr).

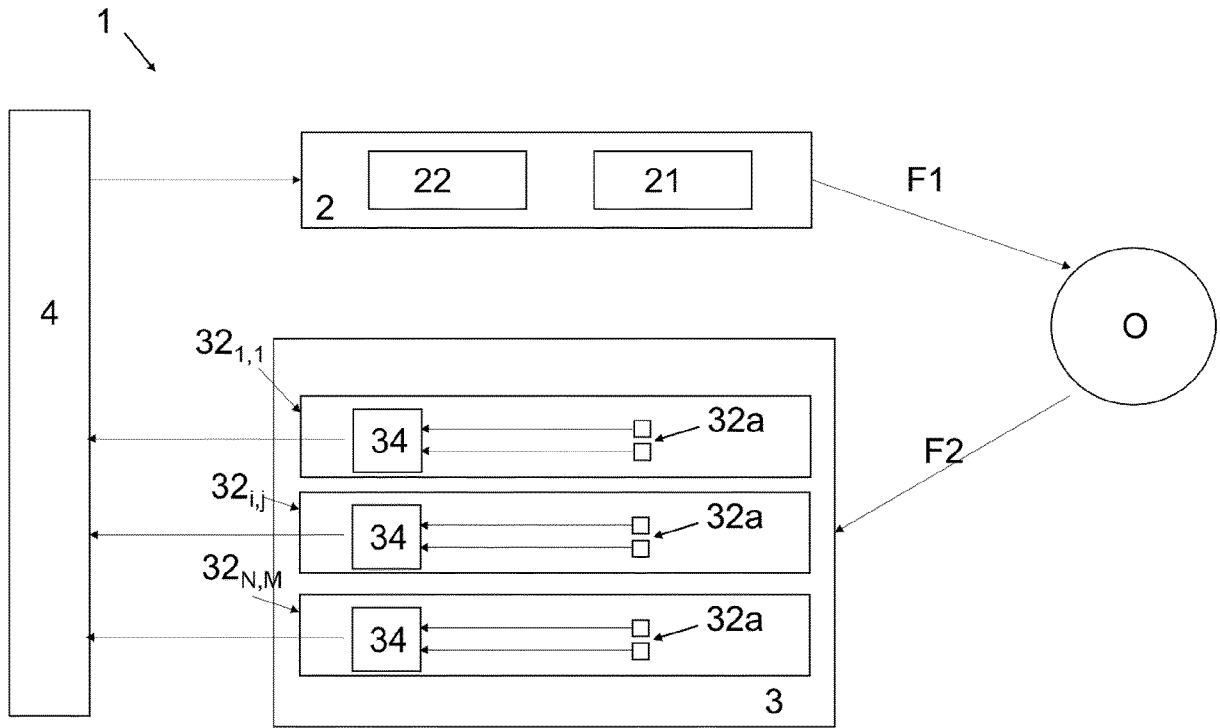
- [Revendication 5] Système de télémétrie (1) selon la revendication précédente, caractérisé en ce que l'unité de calcul (4) est agencée pour déterminer la valeur d'un pic (P) de ladite fonction de corrélation (Fcorr), pour comparer ladite valeur du pic (P) à une valeur seuil (Vs) prédéterminée et pour détecter la présence de ladite séquence de données prédéterminées (Seq) dans ledit signal de détection élémentaire (Sde) en fonction de ladite comparaison.
- [Revendication 6] Système de télémétrie (1) selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que l'unité de calcul (4) est agencée pour générer ladite combinaison dudit premier signal de détection élémentaire (Sde1) et d'un deuxième signal de détection élémentaire (Sde2) généré par un deuxième module d'acquisition élémentaire (322) voisin du premier module d'acquisition élémentaire (321) en additionnant lesdits premier et deuxième signaux de détection élémentaire (Sde1, Sde2).
- [Revendication 7] Système de télémétrie (1) selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que l'unité de calcul (4) est agencée pour, en l'absence de détection de ladite séquence de données prédéterminées (Seq) dans une première combinaison de signaux de détection élémentaire (Csde1) générés par une pluralité de modules d'acquisition élémentaires (32) :
- générer une deuxième combinaison (Csde2) de ladite première combinaison (Csde1) et d'un signal de détection élémentaire (Sde) généré par un module d'acquisition élémentaire (32) voisin de ladite pluralité de modules d'acquisition élémentaires (321, 322) ;
 - détecter la présence de ladite séquence de données prédéterminée (Seq) dans ladite deuxième combinaison (Csde2) ;
- l'unité de calcul (4) étant agencée pour itérer les étapes de génération d'une combinaison de signaux élémentaires (Csde) et de détection de ladite séquence de données prédéterminées (Seq) dans ladite combinaison (Csde), jusqu'à ce que ladite séquence de données prédéterminée (Seq) soit détectée dans une combinaison de signaux élémentaires et/ou qu'au moins une condition d'arrêt prédéterminée soit satisfaite.
- [Revendication 8] Système de télémétrie (1) selon la revendication précédente, caractérisé en ce que l'unité de calcul (4) est agencée pour générer ladite deuxième combinaison (Csde2) à partir de ladite première combinaison (Csde1) et d'un signal de détection élémentaire (Sde) généré par un module d'acquisition élémentaire (32) voisin de ladite pluralité de

modules d'acquisition élémentaires (321, 322) et situé dans une direction donnée du premier module d'acquisition élémentaire (321) à partir duquel la première combinaison a été générée (Csde1).

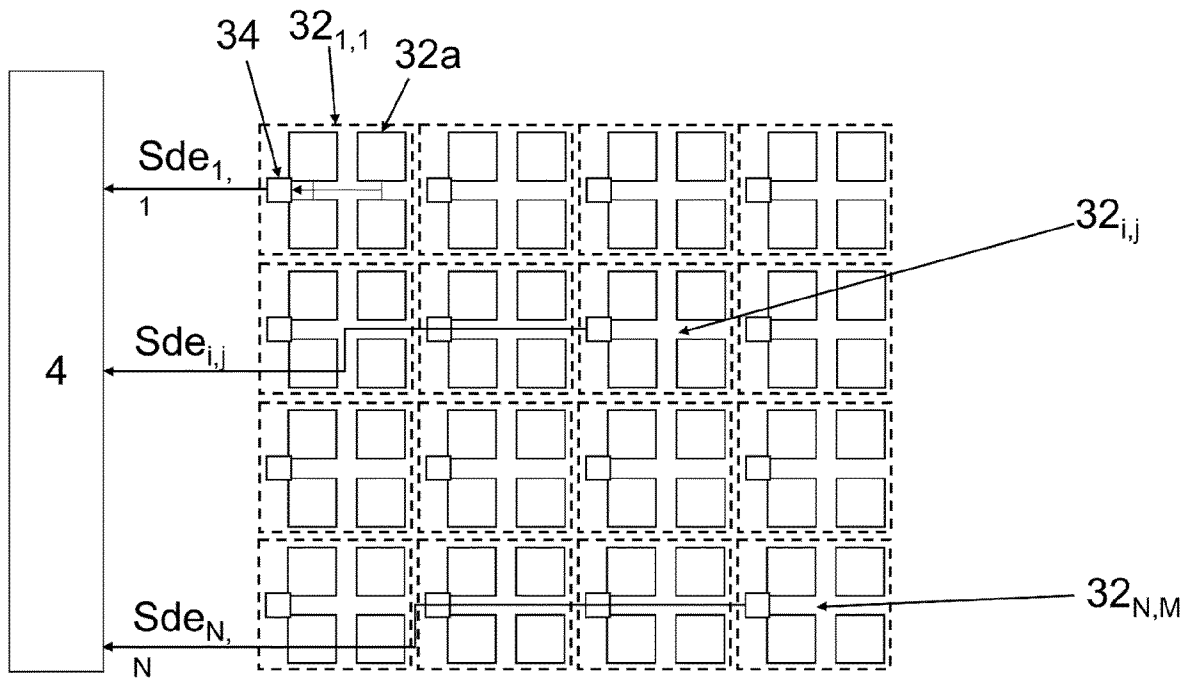
[Revendication 9] Système de télémétrie (1) selon la revendication précédente, caractérisé en ce que ladite condition d'arrêt est satisfaite si le nombre de modules d'acquisition élémentaires (32) composant ladite pluralité de modules d'acquisition élémentaires est supérieur à un nombre seuil prédéterminé.

[Revendication 10] Système de télémétrie (1) selon la revendication précédente, caractérisé en ce que ladite condition d'arrêt est satisfaite si l'unité de calcul (4) a détecté la présence de ladite séquence de données prédéterminées (Seq) dans le signal de détection élémentaire (Sde) reçu dudit module d'acquisition élémentaire voisin.

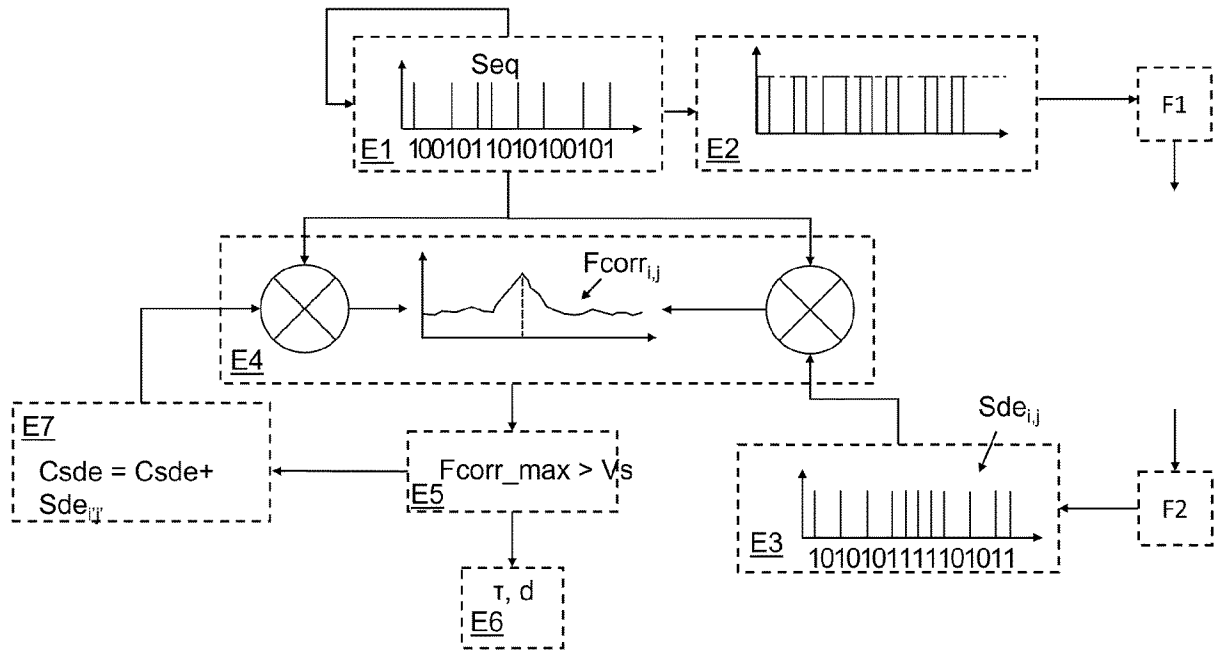
[Fig. 1]



[Fig. 2]



[Fig. 3]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP2024/065834

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER		
<i>G01S 7/48</i> (2006.01)i; <i>G01S 17/42</i> (2006.01)i; <i>G01S 17/931</i> (2020.01)i		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED		
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) G01S		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) EPO-Internal, INSPEC, WPI Data		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	WO 2023067130 A1 (CONTINENTAL AUTOMOTIVE GMBH [DE]) 27 April 2023 (2023-04-27)	1-3,6
A	abstract; figures 3-8 page 3, lines 3-8 page 8, line 23 - page 11, line 23 claim 1	4,5,7-10
A	WO 2020182591 A1 (OSRAM GMBH [DE]) 17 September 2020 (2020-09-17) abstract; figures 21, 25-27 paragraphs [0597], [4447], [4487], [4729]	1-10
A	US 2016011313 A1 (ROUSSEAU PASCAL [FR]) 14 January 2016 (2016-01-14) abstract; figures 1-3 paragraphs [0080] - [0084]	1-10
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.		
* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 29 August 2024		Date of mailing of the international search report 18 September 2024
Name and mailing address of the ISA/EP European Patent Office p.b. 5818, Patentlaan 2, 2280 HV Rijswijk Netherlands (Kingdom of the) Telephone No. (+31-70)340-2040 Facsimile No. (+31-70)340-3016		Authorized officer Cordeiro, J Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/EP2024/065834

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
WO	2023067130	A1	27 April 2023	FR	3128560	A1	28 April 2023
				WO	2023067130	A1	27 April 2023
WO	2020182591	A1	17 September 2020	CA	3173966	A1	17 September 2020
				CA	3239810	A1	17 September 2020
				CN	113795773	A	14 December 2021
				CN	114942453	A	26 August 2022
				CN	114942454	A	26 August 2022
				DE	112020001131	T5	27 January 2022
				EP	3963355	A1	09 March 2022
				US	2020284883	A1	10 September 2020
				US	2022276351	A1	01 September 2022
				US	2022276352	A1	01 September 2022
				US	2024094353	A1	21 March 2024
				US	2024288550	A1	29 August 2024
				WO	2020182591	A1	17 September 2020
US	2016011313	A1	14 January 2016	BR	112015008565	A2	04 July 2017
				DK	2909649	T3	16 July 2018
				EP	2909649	A1	26 August 2015
				ES	2671613	T3	07 June 2018
				FR	2997198	A1	25 April 2014
				KR	20150074065	A	01 July 2015
				RU	2015118338	A	10 December 2016
				TR	201809052	T4	23 July 2018
				US	2016011313	A1	14 January 2016
				WO	2014060599	A1	24 April 2014

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°

PCT/EP2024/065834

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE
 INV. G01S7/48 G01S17/42 G01S17/931
 ADD.

Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB

B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE

Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement)
G01S

Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche

Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si cela est réalisable, termes de recherche utilisés)

EPO-Internal, INSPEC, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
X	WO 2023/067130 A1 (CONTINENTAL AUTOMOTIVE GMBH [DE]) 27 avril 2023 (2023-04-27)	1-3,6
A	abrégé; figures 3-8 page 3, lignes 3-8 page 8, ligne 23 - page 11, ligne 23 revendication 1	4,5,7-10

A	WO 2020/182591 A1 (OSRAM GMBH [DE]) 17 septembre 2020 (2020-09-17) abrégé; figures 21, 25-27 alinéas [0597], [4447], [4487], [4729]	1-10

A	US 2016/011313 A1 (ROUSSEAU PASCAL [FR]) 14 janvier 2016 (2016-01-14) abrégé; figures 1-3 alinéas [0080] - [0084]	1-10

Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents

Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe

* Catégories spéciales de documents cités:

- "A" document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent
- "E" document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date
- "L" document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée)
- "O" document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens
- "P" document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée

- "T" document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention
- "X" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément
- "Y" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier
- "&" document qui fait partie de la même famille de brevets

Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée

29 août 2024

Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale

18/09/2024

Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale
 Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2
 NL - 2280 HV Rijswijk
 Tel. (+31-70) 340-2040,
 Fax: (+31-70) 340-3016

Fonctionnaire autorisé

Cordeiro, J

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale n°

PCT/EP2024/065834

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
WO 2023067130 A1	27-04-2023	FR 3128560 A1	28-04-2023
		WO 2023067130 A1	27-04-2023

WO 2020182591 A1	17-09-2020	CA 3173966 A1	17-09-2020
		CA 3239810 A1	17-09-2020
		CN 113795773 A	14-12-2021
		CN 114942453 A	26-08-2022
		CN 114942454 A	26-08-2022
		DE 112020001131 T5	27-01-2022
		EP 3963355 A1	09-03-2022
		US 2020284883 A1	10-09-2020
		US 2022276351 A1	01-09-2022
		US 2022276352 A1	01-09-2022
		US 2024094353 A1	21-03-2024
		US 2024288550 A1	29-08-2024
		WO 2020182591 A1	17-09-2020

US 2016011313 A1	14-01-2016	BR 112015008565 A2	04-07-2017
		DK 2909649 T3	16-07-2018
		EP 2909649 A1	26-08-2015
		ES 2671613 T3	07-06-2018
		FR 2997198 A1	25-04-2014
		KR 20150074065 A	01-07-2015
		RU 2015118338 A	10-12-2016
		TR 201809052 T4	23-07-2018
		US 2016011313 A1	14-01-2016
		WO 2014060599 A1	24-04-2014
