

(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 2024/252012 A1

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

(51) Classification internationale des brevets :
G01S 17/10 (2020.01) G01S 17/32 (2020.01)
B60Q 1/00 (2006.01) F21S 41/16 (2018.01)
G01S 17/87 (2020.01) G01S 13/931 (2020.01)
G01S 17/931 (2020.01)

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

(72) Inventeurs : GOURDON, Matheo ; c/o VALEO, 34 rue Saint André, 93012 Bobigny Cedex (FR). MIMOUN, Mickael ; c/o VALEO, 34 rue Saint André, 93012 Bobigny Cedex (FR). BEDDAR, Sidahmed ; c/o VALEO, 34 rue Saint André, 93012 Bobigny Cedex (FR). RENAUD, Pierre ; c/o VALEO, 34 rue Saint André, 93012 Bobigny Cedex (FR). EL-IDRISSI, Hafid ; c/o VALEO, 34 rue Saint André, 93012 Bobigny Cedex (FR). PIQUARD, Geoffrey ; c/o VALEO, 34 rue Saint André, 93012 Bobigny Cedex (FR).

(21) Numéro de la demande internationale :
PCT/EP2024/065838

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

(25) Langue de dépôt : français

(26) Langue de publication : français

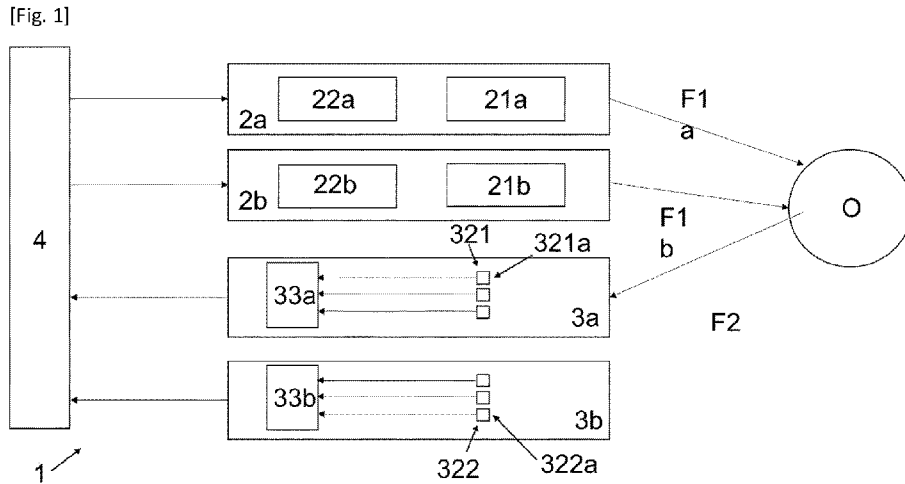
(30) Données relatives à la priorité :
FR2305837 09 juin 2023 (09.06.2023) FR

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

(81) États désignés (sauf indication contraire, pour tout titre de protection nationale disponible) : AE, AG, AL, AM, AO,

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

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



(57) Abstract: The invention relates to a telemetry system (1) for a motor vehicle, the system comprising a first emitting module capable of emitting a first light beam (F1a) modulated by a first modulating sequence (Seqa); a second emitting module (2b) capable of emitting a second light beam (F1b) modulated by a second modulating sequence (Seqb); a receiving module (3) capable of receiving a light beam (F2) and of extracting therefrom a demodulated data sequence (Seq2); a computing unit (4) arranged to generate first and second pseudorandom binary modulating data sequences (Seqa, Seqb), the peak (P) of the cross-correlation function (Fcorr) of which is lower than a threshold value (Vs) and arranged to estimate values of a correlation function (Fcorr) between the demodulated data sequence (Seq2) and the first modulating data sequence (Seqa).

(57) Abrégé : L'invention concerne un système de télémétrie (1) d'un véhicule automobile comprenant un premier module d'émission apte à émettre un premier faisceau lumineux (F1a) modulé par une première séquence modulante (Seqa); un deuxième module d'émission (2b) apte à émettre un deuxième faisceau lumineux (F1b) modulé par une deuxième séquence modulante (Seqb); un module de réception (3) apte à recevoir un faisceau lumineux (F2) et à en extraire une séquence de données démodulée (Seq2); une unité de calcul (4) agencée pour générer des première et deuxième séquences de données modulantes (Seqa, Seqb) de type binaire pseudo-aléatoire et dont le pic (P) de la fonction de corrélation (Fcorr) croisée est inférieur à une valeur seuil (Vs) et agencée pour estimer des valeurs d'une fonction de corrélation (Fcorr) entre ladite séquence de données démodulée (Seq2) et ladite première séquence de données modulante



WO 2024/252012 A1

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), eurasien (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.

(Seqa).

Description

Titre de l'invention : Système lumineux de télémétrie d'un véhicule automobile comportant un module d'émission 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 au moyen de la lumière qu'il émet.
- [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] Or, dans certaines conditions, ce 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.
- [0008] De plus, dans d'autres conditions, où la lumière d'un système est émise par plusieurs sources lumineuses, il existe une possibilité de rencontrer des retards dus au décalage de positionnement de l'objet à détecter par rapport aux modules différents d'émission, ce retard peut avoir comme effet de créer des interférences et potentiellement des fausses détections.
- [0009] C'est notamment le cas lorsque chacun des projecteurs gauche et droit du véhicule automobile sont équipés d'un module lumineux permettant de réaliser à la fois une fonction photométrique et une fonction de télémétrie. Lorsque l'objet à détecter se retrouve dans une plage angulaire sensiblement désaxée par rapport au véhicule automobile, le temps de vol du faisceau lumineux émis par le projecteur droit peut être supérieur à celui du faisceau lumineux émis par le projecteur gauche, le décalage entre ces temps de vol étant supérieur à la durée de pulsation permettant d'encoder la séquence de données pour la télémétrie. Ce décalage crée ainsi des interférences qui nuisent au rapport signal à bruit du système lumineux.
- [0010] Il existe ainsi un besoin pour un système lumineux d'un véhicule automobile, capable de réaliser à la fois une fonction photométrique réglementaire donnée et une fonction de télémétrie, qui soit efficace et dont le rapport signal à bruit soit optimal pour toutes les positions d'un objet à détecter.
- [0011] La présente invention se place dans ce contexte, et vise à répondre à ce besoin.
- [0012] A cet effet, il a été mis au point un système de télémétrie d'un véhicule automobile comprenant un premier module d'émission comportant un module lumineux apte à émettre un premier faisceau lumineux, et une première unité de modulation apte à recevoir une première séquence de données et agencée pour moduler le premier faisceau lumineux émis à partir de ladite première séquence modulante, une deuxième module d'émission

comportant un module lumineux, distant du module lumineux du premier module d'émission, apte à émettre un deuxième faisceau lumineux, une deuxième unité de modulation apte à recevoir une deuxième séquence de données et agencée pour moduler le deuxième faisceau lumineux émis à partir de la deuxième séquence modulante, au moins un module de réception apte à recevoir un faisceau lumineux, le module de réception comportant au moins un module d'acquisition élémentaire comprenant au moins un photodétecteur apte à convertir un signal lumineux qu'il reçoit en un signal électrique et une unité de démodulation reliée au photodétecteur et agencée pour extraire une séquence de données, dite démodulée, depuis un signal électrique converti par ce photodétecteur, une unité de calcul agencée pour générer des première et deuxième séquences de données modulantes de type binaire pseudo-aléatoire et dont le pic de la fonction de corrélation croisée est inférieur à une valeur seuil donnée, pour transmettre la première séquence de données modulantes à l'unité de modulation du premier module d'émission pour l'émission d'un premier faisceau lumineux modulé par le premier module d'émission, pour transmettre la deuxième séquence de données modulantes à l'unité de modulation du deuxième module d'émission pour l'émission d'un deuxième faisceau lumineux modulé par le deuxième module d'émission.

- [0013] Selon l'invention, l'unité de calcul étant apte à recevoir une séquence de données démodulée par l'unité de démodulation depuis un signal électrique converti par le photodétecteur à partir d'un faisceau lumineux reçu par le module de réception, l'unité de calcul est agencée pour estimer des valeurs d'une fonction de corrélation entre ladite séquence de données démodulée et ladite première séquence de données modulante et pour déterminer un temps de vol séparant l'émission dudit premier faisceau lumineux modulé émis de la réception dudit faisceau lumineux reçu à partir des valeurs de la fonction de corrélation.
- [0014] L'invention se propose ainsi de décomposer le faisceau lumineux émis par le système de télémétrie du véhicule automobile en deux faisceaux lumineux émis chacun par un module lumineux donné. Les premier et deuxième faisceaux lumineux sont ainsi émis simultanément et réalisent ensemble tout ou partie d'une fonction photométrique.
- [0015] Chacun de ces premier et deuxième faisceaux lumineux pourra par exemple être un faisceau pulsé, chaque impulsion correspondant à une ou plusieurs valeurs hautes consécutives de la première, respectivement deuxième, séquence de données et l'intervalle séparant deux impulsions consécutives correspondant à une ou plusieurs valeurs basses consécutives de cette séquence de données. Chaque impulsion de ces premier et deuxième faisceaux lumineux modulé est émise avec une puissance lumineuse pic, de sorte que la

puissance lumineuse moyenne du premier faisceau lumineux modulé émis, est ainsi définie par la puissance lumineuse pic et le rapport cyclique de la première, respectivement, séquence de données modulante.

- [0016] Le faisceau lumineux reçu par le module de réception contient ainsi la réflexion de ces premier et deuxième faisceaux lumineux par un objet à détecter. La séquence de données démodulées par l'unité de démodulation est donc composée des première et deuxième séquences modulantes, chacun retardée d'un retard différent 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 première 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 démodulées et l'une des séquences modulantes est donc fonction d'une part de l'autocorrélation de cette séquence modulante et de la corrélation croisée des première et deuxième séquences modulantes.
- [0017] On comprend ainsi que, dans la mesure où le pic de la fonction de corrélation croisée des séquences de données modulantes est inférieur à une valeur seuil donnée, voire est sensiblement nulle, la fonction de corrélation ne dépend ainsi plus que de l'autocorrélation de la première séquence modulante. On peut ainsi détecter la présence de cette première séquence de données 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. De la sorte, les interférences que peuvent induire un décalage latéral d'un objet à détecter vis-à-vis du véhicule automobile sont sensiblement réduites, voire annulées.
- [0018] Dans un mode de réalisation de l'invention, chacun des premier et deuxième modules lumineux est apte à émettre un premier, respectivement un deuxième, 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, chacun des premier et deuxième modules 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.
- [0019] 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.

- [0020] 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 »). De préférence, la source lumineuse est une diode électroluminescente émettant de la lumière incohérente. De la sorte, des problèmes de sécurité oculaire rendant le système complexe et coûteux sont évités.
- [0021] Avantagement, chacun des premier et deuxième modules lumineux pourra comporter une unité optique agencée pour projeter les rayons lumineux émis par la source lumineuse pour former ledit premier, respectivement deuxième, faisceau lumineux.
- [0022] Avantagement, la première, respectivement la deuxième, 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 première, respectivement la deuxième, séquence de données modulante et pour contrôler l'émission dudit premier, respectivement deuxième, faisceau lumineux par le premier, respectivement deuxième, module lumineux à partir du signal de contrôle modulé. Par exemple, la première, respectivement la deuxième, unité de modulation pourra être agencée pour convertir la première, respectivement la deuxième, 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.
- [0023] Le cas échéant, la première, respectivement la deuxième, unité de modulation peut être agencée pour contrôler la source lumineuse du premier, respectivement deuxième, module lumineux, et notamment une alimentation électrique fournie à cette source lumineuse, pour moduler le premier, respectivement deuxième, faisceau lumineux.
- [0024] Avantagement, le module de réception comporte une pluralité de modules d'acquisition élémentaire agencés en matrice et comprenant chacun un photodétecteur apte à convertir un signal lumineux qu'il reçoit en un signal électrique. Par exemple, l'ensemble des photodétecteurs peut former un capteur, par exemple un unique composant électronique. Par exemple toujours, chaque photodétecteur 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.

- [0025] Avantageusement, le photodétecteur du ou 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 10^6 , et donc de pallier les dégradations du rapport signal-à-bruit dues aux conditions externes
- [0026] Selon un exemple de réalisation de l'invention, le module de réception peut comporter une unité optique agencée devant le module d'acquisition élémentaire.
- [0027] Dans un mode de réalisation particulier, l'unité de calcul est agencée pour générer la première et la deuxième séquence de données modulantes à partir d'au moins une même séquence initiale de type binaire pseudo-aléatoire.
- [0028] 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.
- [0029] 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.
- [0030] 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.
- [0031] 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.

- [0032] 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.
- [0033] 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.
- [0034] Dans un mode de réalisation de l'invention, l'unité de calcul est agencée pour estimer chaque valeur de la fonction de corrélation entre ladite séquence de données démodulée et ladite première séquence de données modulante en évaluant la corrélation croisée de la séquence de données démodulée et la première séquence de données modulante retardée d'une durée donnée associée à ladite valeur.
- [0035] En d'autres termes, chaque valeur de la fonction de corrélation est ainsi associée à une valeur d'un décalage temporel de la première 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.
- [0036] De préférence, l'unité de calcul est agencée pour générer la première et la deuxième séquence de données modulantes à partir d'une première séquence initiale de type binaire pseudo-aléatoire et d'une deuxième séquence initiale de type binaire pseudo-aléatoire.
- [0037] Dans un mode de réalisation préféré, l'unité de calcul est agencée pour générer la première séquence comme étant une fonction ou exclusif des première et deuxième séquences initiales et la deuxième séquence comme étant une fonction ou exclusif de la première séquence initiale avec un décalage circulaire et la deuxième séquence initiale de type binaire pseudo-aléatoire. Les première et deuxième séquences modulantes ainsi générées sont des séquences dites « Gold », dont la corrélation croisée est minimum.
- [0038] Dans un mode de réalisation particulier, l'unité de calcul transmet de manière synchrone la première et la deuxième séquence de données modulantes à l'unité de modulation des premier et deuxième modules d'émission pour l'émission respective du premier et deuxième faisceaux lumineux par les premier et deuxième modules d'émission.
- [0039] On entend par l'expression « l'unité de calcul transmet de manière synchrone la première et la deuxième séquence de données modulantes à l'unité de modulation des premier et deuxième modules d'émission » le fait que la transmission des données des premier et deuxième modules d'émission sont effectuées de manière à transmettre des informations à un rythme régulier et coordonné et notamment que les pulsations des premier et deuxième faisceaux lumineux correspondant aux premières données de ces première et deuxième séquences modulantes sont émises par les premier et deuxième modules lumineux

au même instant.

- [0040] Avantageusement, les premier et deuxième modules d'émission sont agencés de sorte que les premier et deuxième faisceaux lumineux participent ensemble, 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 « Daytime Running Lamp »), lequel présente comme avantage d'être émis dans un champ large avec une intensité faible.
- [0041] Avantageusement, le premier module d'émission est agencé dans un premier projecteur avant du véhicule automobile et en ce que le deuxième module d'émission est agencé dans un deuxième projecteur avant du véhicule automobile, le premier projecteur étant différent du deuxième projecteur. De préférence, le premier et le deuxième projecteur peuvent être situés de part et d'autre d'une face du véhicule, de préférence de part et d'autre de la face avant du véhicule.
- [0042] De préférence, le module de réception et le premier module d'émission sont agencés dans un même projecteur avant du véhicule.
- [0043] Dans un mode de réalisation particulier, le au moins un module de réception est un premier module de réception comportant un premier module d'acquisition élémentaire comprenant au moins un premier photodétecteur apte à convertir un signal lumineux qu'il reçoit en un signal électrique et une première unité de démodulation reliée au premier photodétecteur et agencée pour extraire une séquence de données, dite démodulée, depuis un signal électrique converti par le premier photodétecteur et en ce qu'il comprend un deuxième module de réception comportant un deuxième module d'acquisition élémentaire comprenant au moins un deuxième photodétecteur apte à convertir un signal lumineux qu'il reçoit en un signal électrique et une deuxième unité de démodulation reliée au deuxième photodétecteur et agencée pour extraire une séquence de données, dite démodulée, depuis un signal électrique converti par le deuxième photodétecteur.
- [0044] De préférence, l'unité de calcul est une unité de calcul commune pour les premier et deuxième module de réception.
- [0045] En variante, on pourra prévoir que les premier et deuxième modules de réception comprennent chacun une unité de calcul. Le cas échéant, l'unité de calcul de chaque module de réception pourra être agencée pour estimer des valeurs d'une fonction de corrélation entre la séquence de données démodulée par l'unité de modulation de ce module de réception et la première, respectivement la deuxième, séquence de données modulante et pour déterminer un temps de vol séparant l'émission dudit premier, respectivement deuxième, faisceau lumineux modulé émis de la réception dudit faisceau lumineux reçu à partir des valeurs de la fonction de corrélation.

- [0046] 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.
- [0047] 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 :
- [0048] [Fig.1] représente, schématiquement et partiellement, une vue d'un système d'un véhicule automobile selon un exemple de réalisation de l'invention.
- [0049] [Fig.2] 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.
- [0050] Il est à noter que sur ces figures les éléments structurels et/ou fonctionnels communs aux différentes variantes peuvent présenter les mêmes références.
- [0051] Bien entendu, diverses autres modifications peuvent être apportées à l'invention dans le cadre des revendications annexées.
- [0052] En référence aux [Fig. 1] à [Fig. 2], la présente invention est un système de télémétrie 1 d'un véhicule comprenant un premier module d'émission 2a, un deuxième module d'émission 3a, un premier module de réception 3a ; un deuxième module de réception 3b, et une unité de calcul 4.
- [0053] Le premier module d'émission 2a comportant un module lumineux 21a apte à émettre un premier faisceau lumineux F1a, et une première unité de modulation 22a apte à recevoir une première séquence de données Seqa et agencée pour moduler le premier faisceau lumineux F1a émis à partir de ladite première séquence modulante Seqa.
- [0054] Le deuxième module d'émission 2b comportant un module lumineux 21b, distant du module lumineux 21a du premier module d'émission 2a, apte à émettre un deuxième faisceau lumineux F1b, une deuxième unité de modulation 22b apte à recevoir une deuxième séquence de données Seqb et agencée pour moduler le deuxième faisceau lumineux F1b émis à partir de la deuxième séquence modulante Seqb.
- [0055] Le premier module d'émission 2a est par exemple agencé dans un projecteur droit du véhicule automobile et le deuxième module d'émission 2b pourra être agencé dans un projecteur gauche du véhicule automobile.
- [0056] Chacun des module lumineux 21a et 21b est agencé pour que le faisceau lumineux F1a et F1b qu'il émet, présente un spectre électromagnétique dont au moins une portion est située dans le spectre visible. De préférence, le spectre de ces faisceaux lumineux F1a et F1b 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, ou encore que les pics des faisceaux F1a et F1b soient distincts.

- [0057] Dans la mesure où le faisceau lumineux formé par la combinaison des faisceaux F1a et F1b 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, chaque module lumineux 21a et 21b pourra comporter une unité optique agencée pour mettre en forme ces faisceaux lumineux F1a et F1b de sorte que la distribution photométrique de chaque satisfasse les exigences de ladite fonction. On pourra par exemple prévoir que les faisceaux lumineux F1a et F1b participent à la réalisation d'une fonction de type feu diurne, ou DRL.
- [0058] En plus de cette fonction photométrique, les faisceaux lumineux F1a et F1b permettent au système 1 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.
- [0059] A ces fins, chaque unité de modulation 22a et 22b est agencée pour moduler le faisceau lumineux F1a, F1b émis par le module lumineux 21a et 21b, à partir de la séquence de données modulantes Seqa, Seqb qu'elle reçoit, par exemple en contrôlant l'alimentation électrique fournie à la source lumineuse du module lumineux.
- [0060] On pourra ainsi prévoir que chaque unité de modulation 22a, 22b 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 21a, 21b. De façon classique, le rapport cyclique de ce signal de contrôle, fixé par l'unité de modulation 22a, 22b, permet ainsi de contrôler la puissance électrique moyenne fournie à la source lumineuse, et donc de contrôler l'intensité lumineuse du faisceau lumineux F1a, F1b, de sorte à satisfaire les exigences de la fonction photométrique qu'il réalise.
- [0061] Dans l'exemple décrit, chaque unité de modulation 22a, 22b est agencée pour convertir la séquence de données Seqa, Seqb 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 »).

- [0062] Les faisceaux lumineux F1a, F1b ainsi émis sont 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 F1a, F1b de transporter la séquence de données Seqa, Seqb, vers les modules de réception 3a, 3b.
- [0063] Le premier module de réception 3a comporte un premier module d'acquisition élémentaire 321 comprenant au moins un premier photodétecteur 321a apte à convertir un signal lumineux qu'il reçoit en un signal électrique Sel et une première unité de démodulation 33a reliée au premier photodétecteur 321a et agencée pour extraire une séquence de données, dite démodulée Seq2, depuis un signal électrique Sel converti par le premier photodétecteur 321a.
- [0064] Le deuxième module de réception 3b comporte un deuxième module d'acquisition élémentaire 322 comprenant au moins un deuxième photodétecteur 322a apte à convertir un signal lumineux qu'il reçoit en un signal électrique Sel et une deuxième unité de démodulation 33b reliée au deuxième photodétecteur 322a et agencée pour extraire une séquence de données, dite démodulée Seq2, depuis un signal électrique Sel converti par le deuxième photodétecteur 322a.
- [0065] Dans l'exemple décrit, le premier module de réception 3a est agencé dans le projecteur droit du véhicule automobile, à côté du premier module d'émission 2a, et le deuxième module de réception 3b est agencé dans le projecteur gauche du véhicule automobile, à côté du deuxième module d'émission 2b.
- [0066] Les photodétecteurs 321a, 322a sont identiques et sont chacun formés par une photodiode à avalanche d'un photomultiplicateur sur silicium. Ces photodiodes sont réparties de façon matricielle. 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°, 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.
- [0067] Chacun des photodétecteurs peut ainsi convertir la portion du faisceau lumineux F2 qu'il reçoit, en un signal électrique qu'il transmet à l'unité de démodulation 33a 33b, laquelle peut alors en extraire une séquence de données pour la transmettre à l'unité de calcul 4.
- [0068] L'unité de calcul 4 est commune aux modules d'émission 2a, 2b et aux modules de réception 3a, 3b.
- [0069] Afin d'obtenir un rapport signal à bruit optimal dans toutes les conditions météorologiques, et pour toutes les positions d'un objet à détecter, l'unité de calcul 4 est apte à

recevoir les séquences de données démodulées Seq2 par les unités de démodulation 33a, 33b depuis un signal électrique Sel converti par les photodétecteurs 321a, 322a à partir des faisceaux lumineux reçu par les modules de réception 3a, 3b. L'unité de calcul 4 est alors agencée pour estimer des valeurs d'une fonction de corrélation Fcorr entre ladite séquence de données démodulée Seq2 et lesdites première et deuxième séquences de données modulantes Seqa, Seqb et pour déterminer un temps de vol τ séparant l'émission dudit premier faisceau lumineux modulé émis de la réception dudit faisceau lumineux reçu à partir des valeurs de la fonction de corrélation Fcorr.

- [0070] 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. 2] qui représente un procédé de télémétrie mis en œuvre par le système lumineux 1.
- [0071] Dans une première étape E1, l'unité de calcul 4 génère, de façon périodique, des séquences de données initiales Seq01, Seq02. Les séquences initiales Seq01, Seq02 sont, dans l'exemple décrit, des séquences 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%.
- [0072] Dans une deuxième étape E2, l'unité de calcul génère les première et la deuxième séquences de données modulantes Seqa, Seqb à partir des séquences initiales Seq01 et Seq02.
- [0073] Plus précisément, l'unité de calcul 4 est agencée pour générer la première séquence Seqa en opérant une fonction ou exclusif sur les première et deuxième séquences initiales Seq01 et Seq02 et pour générer la deuxième séquence Seqb en opérant une fonction ou exclusif sur la première séquence initiale Seq01 avec un décalage circulaire et la deuxième séquence initiale Seq02.
- [0074] Les première et deuxième séquences de données modulantes Seqa, Seqb sont ainsi des séquences de Gold, dont le pic P de la fonction de corrélation Fcorr croisée est inférieur à une valeur seuil Vs donnée.
- [0075] L'unité de calcul 4 transmet de manière synchrone la première et la deuxième séquence de données modulantes Seqa, Seqb aux unités de modulation 22a, 22b des premier et deuxième modules d'émission 2a, 2b pour l'émission simultanée des premier et deuxième faisceaux lumineux F1a, F1b par les premier et deuxième modules d'émission 2a, 2b.
- [0076] Dans une troisième étape E3, les unités de modulation 22a, 22b modulent les faisceaux lumineux F1a, F1b émis par les modules lumineux 21a, 21b à partir de cette séquence de données Seqa, Seqb. Ainsi, chaque unité de modulation 22a, 22b convertit respectivement les séquences de données Seqa, Seqb en un signal modulant et module le signal de contrôle initial à l'aide de ce signal modulant.

- [0077] On notera, que dans l'exemple décrit, chaque impulsion lumineuse des faisceaux lumineux F1a, F1b émis par les modules lumineux 21a, 21b correspond à un bit de valeur « 1 » des séquences modulante Seqa, Seqb. La puissance moyenne d'une portion des premier et deuxième faisceaux lumineux F1a, F1b contenant respectivement les séquences Seqa, Seqb est ainsi définie par le nombre de bits de valeur « 1 » de ces séquences Seqa, Seqb au regard du nombre de bits total de ces séquences, par la durée des impulsions et par la puissance pic de ces impulsions.
- [0078] Le faisceau lumineux composé par les premier et deuxième faisceaux lumineux F1a, F1b est ainsi émis jusqu'à atteindre un objet O, situé dans l'environnement du véhicule, lequel le réfléchit en direction des modules de réception 3a, 3b.
- [0079] Le faisceau lumineux F2 reçu par les modules de réception 3a, 3b est ainsi concentré sur l'un ou plusieurs des photodétecteurs 321a, 322a.
- [0080] 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 les modules de réception 3a, 3b. Le faisceau lumineux F2 reçu par les modules de réception 3a, 3b est ainsi composé d'une partie du faisceau lumineux global F1a, F1b 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.
- [0081] Dans une quatrième étape E4, chacun des photodétecteurs 321a, 322a convertit la portion du faisceau lumineux F2 qu'il reçoit, en un signal électrique Sel qu'il transmet aux unités de démodulation 33a, 33b, laquelle peut alors en extraire une séquence de données Seq2, dite démodulée, dans une cinquième étape E5.
- [0082] Les unités de démodulation 33a, 33b comptabilisent, depuis les signaux électriques Sel, le nombre de photons reçus par un module d'acquisition élémentaires 32 pendant un intervalle de temps correspondant à une durée d'impulsion, puis déterminent par seuillage au regard d'une valeur déterminée à partir de la puissance pic si cette quantité de photons correspond ou non à une impulsion du premier faisceau lumineux F1a, et donc à un bit de valeur « 1 » ou à un bit de valeur « 0 ».
- [0083] La séquence binaire démodulée Seq2 est ainsi transmise à l'unité de calcul 4, qui estime, dans une sixième étape E6, des valeurs d'une fonction de corrélation Fcorr entre l'une ou l'autre des séquences modulantes Seqa et Seqb, selon que la séquence binaire démodulée Seq2 provienne de l'un ou l'autre des modules de réception 3a, 3b, et la séquence démodulée Seq2.
- [0084] 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 la séquence démodulée Seq2 et la séquence modulante Seqa, Seqb retardée selon chacune

des valeurs de décalage temporel.

- [0085] Compte tenu des propriétés d'autocorrélation et de corrélation croisée des séquences de type Gold, la fonction de corrélation F_{corr} sera ainsi maximum pour une valeur de décalage temporel correspondant au temps de vol du faisceau lumineux $F1a$, $F1b$, séparant l'instant où il est émis par les modules d'émission $2a$, $2b$ et l'instant où il est respectivement reçu par les modules de réception $3a$, $3b$, les séquences modulantes $Seqa$, $Seqb$ retardées de cette valeur correspondant ainsi sensiblement à la séquence démodulée $Seq2$, au bruit près.
- [0086] Dans une septième étape $E7$, l'unité de calcul 4 identifie cette valeur maximum de la fonction de corrélation F_{corr} et estime la valeur τ de ce temps de vol du faisceau lumineux $F1a$, $F1b$ entre l'objet O et le véhicule, associée à cette valeur maximum. Dans une huitième étape $E8$, l'unité de calcul 4 estime la distance d séparant l'objet O du véhicule.
- [0087] 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, le rapport de signal à bruit restant optimal quel que soit la position de l'objet à détecter. Ces objectifs sont notamment atteints à l'aide de deux modules d'émission distincts émettant des faisceaux lumineux modulés avec des séquences modulantes présentant des caractéristiques de corrélation croisée satisfaisantes.
- [0088] 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. On pourra également envisager d'autres plages de longueurs d'onde que celles décrites.

Revendications

[Revendication 1] Système de télémétrie (1) d'un véhicule automobile comprenant :

- Un premier module d'émission (2a) comportant un module lumineux (21a) apte à émettre un premier faisceau lumineux (F1a), et une première unité de modulation (22a) apte à recevoir une première séquence de données (Seqa) et agencée pour moduler le premier faisceau lumineux (F1a) émis à partir de ladite première séquence modulante (Seqa) ;
- Un deuxième module d'émission (2b) comportant un module lumineux (21b), distant du module lumineux (21a) du premier module d'émission (2a), apte à émettre un deuxième faisceau lumineux (F1b), une deuxième unité de modulation (22b) apte à recevoir une deuxième séquence de données (Seqb) et agencée pour moduler le deuxième faisceau lumineux (F1b) émis à partir de la deuxième séquence modulante (Seqb) ;
- Au moins un module de réception (3) apte à recevoir un faisceau lumineux (F2), le module de réception (3) comportant au moins un module d'acquisition élémentaire (32) comprenant au moins un photodétecteur (32a) apte à convertir un signal lumineux qu'il reçoit en un signal électrique (Sel) et une unité de démodulation (33) reliée au photodétecteur (32a) et agencée pour extraire une séquence de données, dite démodulée (Seq2), depuis un signal électrique (Sel) converti par ce photodétecteur (32a) ;
- Une unité de calcul (4) agencée pour :
 - Générer des première et deuxième séquences de données modulantes (Seqa, Seqb) de type binaire pseudo-aléatoire et dont le pic (P) de la fonction de corrélation (Fcorr) croisée est inférieur à une valeur seuil donnée (Vs) ; et
 - Transmettre la première séquence de données modulantes (Seqa) à l'unité de modulation (22a) du premier module d'émission (2a) pour l'émission d'un premier faisceau lumineux modulé par le premier module d'émission (2a) ;

- Transmettre la deuxième séquence de données modulantes (Seqb) à l'unité de modulation (22b) du deuxième module d'émission (2b) pour l'émission d'un deuxième faisceau lumineux modulé par le deuxième module d'émission (2b) ;

Caractérisé en ce que l'unité de calcul (4) étant apte à recevoir une séquence de données démodulée (Seq2) par l'unité de démodulation (33) depuis un signal électrique (Sel) converti par le photodétecteur (32a) à partir d'un faisceau lumineux reçu par le module de réception (3), l'unité de calcul (4) est agencée pour estimer des valeurs d'une fonction de corrélation (Fcorr) entre ladite séquence de données démodulée (Seq2) et ladite première séquence de données modulante (Seqa) et pour déterminer un temps de vol (τ) séparant l'émission dudit premier faisceau lumineux modulé émis de la réception dudit faisceau lumineux reçu à partir des valeurs de la fonction de corrélation (Fcorr).

[Revendication 2] Système de télémétrie (1) selon la revendication 1, caractérisé en ce que l'unité de calcul (4) est agencée pour générer la première et la deuxième séquence de données modulantes (Seqa, Seqb) à partir d'au moins une même séquence initiale de type binaire pseudo-aléatoire.

[Revendication 3] Système de télémétrie (1) selon la revendication 1, caractérisé en ce que l'unité de calcul (4) est agencée pour générer la première et la deuxième séquence de données modulantes (Seqa, Seqb) à partir d'une première séquence initiale de type binaire pseudo-aléatoire et d'une deuxième séquence initiale de type binaire pseudo-aléatoire.

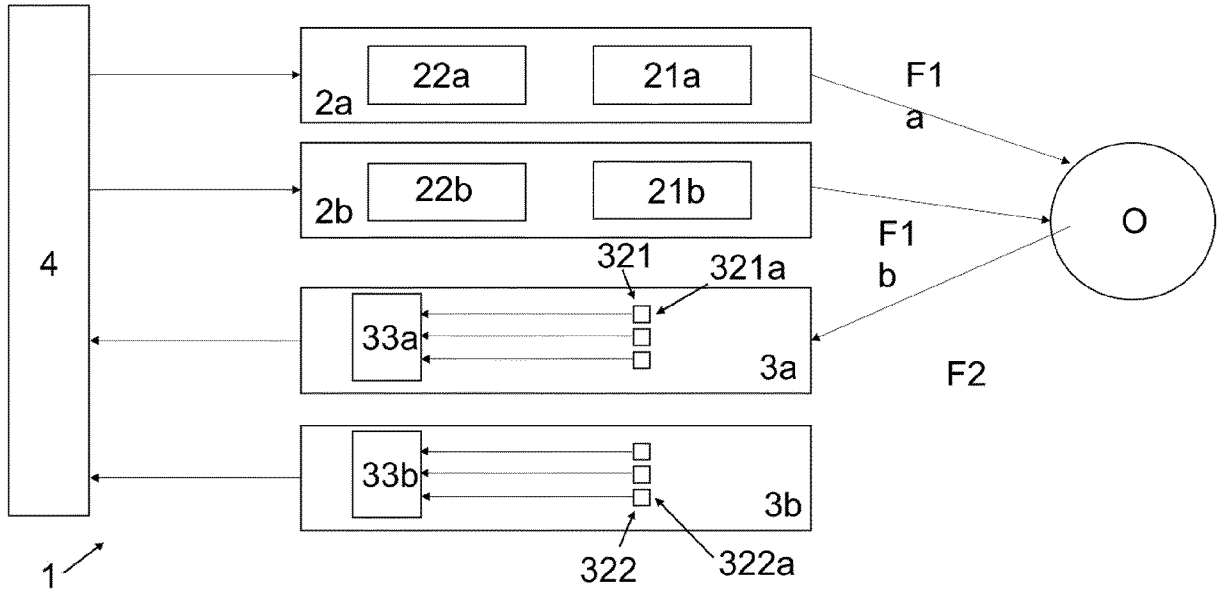
[Revendication 4] Système de télémétrie (1) selon la revendication 1, caractérisé en ce que l'unité de calcul (4) est agencée pour générer la première séquence (Seq1) comme étant une fonction ou exclusif des première et deuxième séquences initiales (Seqa, Seqb) et la deuxième séquence (Seq2) comme étant une fonction ou exclusif de la première séquence initiale (Seqa) avec un décalage circulaire et la deuxième séquence initiale (Seqb) de type binaire pseudo-aléatoire.

- [Revendication 5] Système de télémétrie (1) selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que l'unité de calcul (4) transmet de manière synchrone la première et la deuxième séquence de données modulantes (Seqa, Seqb) à l'unité de modulation (22a, 22b) des premier et deuxième modules d'émission (2a, 2b) pour l'émission respective du premier et deuxième faisceaux lumineux (F1a, F1b) par les premier et deuxième modules d'émission (2a, 2b).
- [Revendication 6] Système de télémétrie (1) selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que le premier module d'émission (2a) est agencé dans un premier projecteur avant du véhicule automobile et en ce que le deuxième module d'émission (2b) est agencé dans un deuxième projecteur avant du véhicule automobile, le premier projecteur étant différent du deuxième projecteur.
- [Revendication 7] Système de télémétrie (1) selon la revendication 5, caractérisé en ce que le module de réception (3) et le premier module d'émission (2a) sont agencés dans un même projecteur avant du véhicule.
- [Revendication 8] Système de télémétrie (1) selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que le au moins un module de réception (3) est un premier module de réception (3a) comportant un premier module d'acquisition élémentaire (321) comprenant au moins un premier photodétecteur (321a) apte à convertir un signal lumineux qu'il reçoit en un signal électrique (Sel) et une première unité de démodulation (33a) reliée au premier photodétecteur (321a) et agencée pour extraire une séquence de données, dite démodulée (Seq2), depuis un signal électrique (Sel) converti par le premier photodétecteur (321a) et en ce qu'il comprend un deuxième module de réception (3b) comportant un deuxième module d'acquisition élémentaire (322) comprenant au moins un deuxième photodétecteur (322a) apte à convertir un signal lumineux qu'il reçoit en un signal électrique (Sel) et une deuxième unité de démodulation (33b) reliée au deuxième photodétecteur (322a) et agencée pour extraire une séquence de données, dite démodulée (Seq2), depuis un signal électrique (Sel) converti par le deuxième photodétecteur (322a).

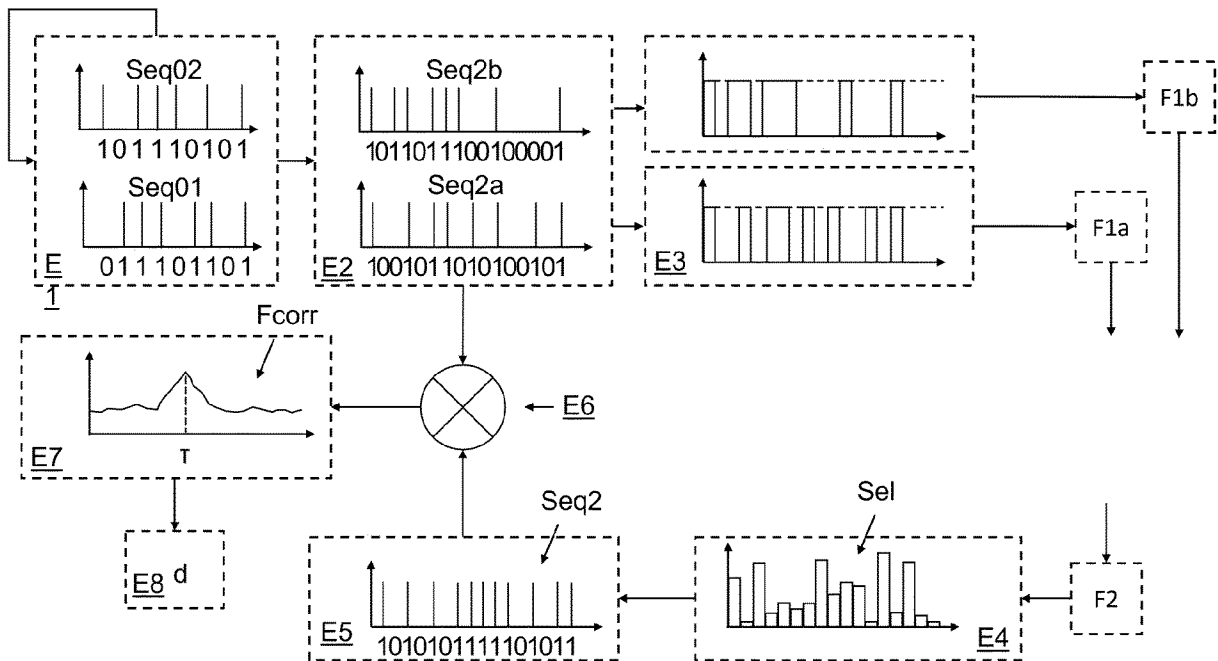
[Revendication 9] Système de télémétrie (1) selon la revendication précédente, caractérisé en ce que l'unité de calcul (4) est une unité de calcul (4) commune pour les premier (3a) et deuxième (3b) module de réception.

[Revendication 10] Système de télémétrie (1) selon la revendication 8, caractérisé en ce que le premier (3a) et deuxième module (3b) de réception comprennent chacun une unité de calcul (4a, 4b).

[Fig. 1]



[Fig. 2]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP2024/065838

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER		
<i>G01S 17/10</i> (2020.01)i; <i>B60Q 1/00</i> (2006.01)i; <i>G01S 17/87</i> (2020.01)i; <i>G01S 17/931</i> (2020.01)i; <i>G01S 17/32</i> (2020.01)i; <i>F21S 41/16</i> (2018.01)i; <i>G01S 13/931</i> (2020.01)n		
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; B60Q; F21S		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) EPO-Internal, WPI Data		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 2021011166 A1 (HANNEBAUER ROBERT [CA]) 14 January 2021 (2021-01-14) paragraphs [0002] - [0004], [0010] - [0037], [0058] - [0072] figures 1-11	1-10
A	EP 3438697 A1 (AUTOMOTIVE LIGHTING REUTLINGEN GMBH [DE]) 06 February 2019 (2019-02-06) paragraphs [0027] - [0043] figures 1-10	1-10
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.		
<p>* Special categories of cited documents:</p> <p>“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date</p> <p>“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)</p> <p>“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p> <p>“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</p> <p>“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</p> <p>“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</p> <p>“&” document member of the same patent family</p>		
Date of the actual completion of the international search 05 August 2024		Date of mailing of the international search report 05 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 Kruck, Peter Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No. PCT/EP2024/065838

Patent document cited in search report	Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
US 2021011166 A1	14 January 2021	CN 112292614 A	29 January 2021
		JP 2021518562 A	02 August 2021
		US 2021011166 A1	14 January 2021
		WO 2019173898 A1	19 September 2019
EP 3438697 A1	06 February 2019	DE 102017117591 A1	07 February 2019
		EP 3438697 A1	06 February 2019
		US 2019039502 A1	07 February 2019

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°
PCT/EP2024/065838

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE INV. G01S17/10 B60Q1/00 G01S17/87 G01S17/931 G01S17/32 F21S41/16 ADD. G01S13/931 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 B60Q F21S Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si cela est réalisable, termes de recherche utilisés) EPO-Internal, WPI Data		
C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		
Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
X	US 2021/011166 A1 (HANNEBAUER ROBERT [CA]) 14 janvier 2021 (2021-01-14) alinéas [0002] - [0004], [0010] - [0037], [0058] - [0072] figures 1-11 -----	1 - 10
A	EP 3 438 697 A1 (AUTOMOTIVE LIGHTING REUTLINGEN GMBH [DE]) 6 février 2019 (2019-02-06) alinéas [0027] - [0043] figures 1-10 -----	1 - 10
<input type="checkbox"/> Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents <input checked="" type="checkbox"/> Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe		
* Catégories spéciales de documents cités:		
"A" document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent	"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	
"E" document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date	"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	
"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)	"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	
"O" document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens	"&" document qui fait partie de la même famille de brevets	
"P" document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée		
Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée	Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale	
5 août 2024	05/09/2024	
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 Kruck, Peter	

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale n°

PCT/EP2024/065838

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 2021011166 A1	14-01-2021	CN 112292614 A	29-01-2021
		JP 2021518562 A	02-08-2021
		US 2021011166 A1	14-01-2021
		WO 2019173898 A1	19-09-2019

EP 3438697 A1	06-02-2019	DE 102017117591 A1	07-02-2019
		EP 3438697 A1	06-02-2019
		US 2019039502 A1	07-02-2019
