

⑫

BREVET D'INVENTION

B1

⑤④ Procédé de pilotage d'une source lumineuse pixélisée par interpolation de consignes.

②② Date de dépôt : 27.11.20.

③③ Priorité :

⑥⑥ Références à d'autres documents nationaux
apparentés :

☐ Demande(s) d'extension :

⑦① Demandeur(s) : VALEO VISION SAS — FR.

④③ Date de mise à la disposition du public
de la demande : 03.06.22 Bulletin 22/22.

④⑤ Date de la mise à disposition du public du
brevet d'invention : 30.12.22 Bulletin 22/52.

⑤⑥ Liste des documents cités dans le rapport de
recherche :

Se reporter à la fin du présent fascicule

⑦② Inventeur(s) : PRAT Constantin.

⑦③ Titulaire(s) : VALEO VISION SAS.

⑦④ Mandataire(s) :



Description

Titre de l'invention : Procédé de pilotage d'une source lumineuse pixélisée par interpolation de consignes

- [0001] Cette invention est liée au domaine des systèmes d'éclairage de véhicule, et plus particulièrement à la gestion des données d'image pour le contrôle de sources d'éclairage d'un véhicule.
- [0002] Les systèmes d'éclairage actuels comprennent notamment des sources de lumière permettant dorénavant de projeter un faisceau lumineux haute définition. La projection souhaitée de lumière haute définition peut être obtenue par l'intermédiaire des sources de lumière et à partir d'images, ou de motifs d'image, que les sources reçoivent en vue de les afficher et ainsi projeter un faisceau lumineux donné. Ces images ou motifs d'image peuvent atteindre des résolutions très élevées, notamment en fonction de la résolution de la source de lumière utilisée. A titre d'exemple, la source de lumière peut avoir au moins 4 000 à 30 000 pixels, permettant ainsi de générer un faisceau lumineux à partir d'image de ce niveau de résolution.
- [0003] Le véhicule embarque donc de plus en plus de sources lumineuses, qui utilisent des données d'image haute définition de plus en plus lourdes, ce qui implique une grande quantité de données qui doivent être gérées par une unité de commande du véhicule et communiquées via un moyen de transmission entre l'unité de commande et la ou les sources lumineuses. Pour ce faire, un bus de données de type protocole CAN (« Car Area Network ») est souvent utilisé pour transférer de telles données entre l'unité de commande et la source de lumière. Cependant, ces moyens de transmission de données ont pour inconvénient d'avoir une largeur de bande limitée, ne permettant pas par exemple de dépasser un débit de 2 à 5 Mbps généralement. De ce fait, des difficultés apparaissent pour transmettre sur ces réseaux limités la grande quantité de données nécessaire aux images haute définition susmentionnées. De surcroît, ces canaux de transmission de données servent également à la communication d'autres données du véhicule, ce qui implique que la bande passante disponible pour les données d'image haute définition peut encore varier à la baisse, par exemple en étant limité à une plage de 70 à 90% du débit maximal possible sur le réseau de transmission de données.
- [0004] A titre d'exemple, pour communiquer des données d'image haute définition pour la projection d'une fonction d'éclairage avec une résolution de 25 000 pixels, le débit nécessaire sur un réseau de transmission de type CAN-FD serait généralement de 10 à 12 Mbps. Or, un tel réseau CAN-FD est en réalité limité à 5 Mbps à ce jour (voire même à 2 Mbps dans la plupart des cas). Il a donc été proposé de compresser les données communiquées afin de transmettre un flux de données d'image haute définition suffisant

pour assurer la ou les fonctions d'éclairage associées, et ce tout en respectant les contraintes de débit et bande passante de ce même réseau. Pour certaines fonctions d'éclairage, par exemple le Feu de route évolutifs (connu aussi sous l'acronyme ADB pour "Adaptive Driving Beam" en langue anglaise) et le marquage au sol (connu aussi sous l'acronyme RW pour "Road Writing" en langue anglaise), la qualité d'affichage ne peut cependant être trop dégradée, sous peine de diminuer sensiblement le confort de l'utilisateur, rendre incertaines, voire inadaptées ou même illisibles des informations lumineuses projetées par le faisceau lumineux.

- [0005] Il a été proposé de compresser les données qui correspondent à ces images artificielles, représentant des fonctions d'éclairage d'un véhicule automobile, en utilisant des représentations éparses de chacune des lignes d'une image. Ainsi un nombre restreint de valeurs de pixels pour chaque ligne est transmis à la source lumineuse. Cependant, une représentation complète de chaque ligne de pixels est requise pour piloter les pixels de la source lumineuse de manière adéquate. Il a notamment été proposé d'utiliser une interpolation linéaire entre les valeurs transmises, afin d'utiliser les valeurs ainsi interpolées comme consignes lumineuses à réaliser par les pixels de la source lumineuse pixélisée. Cependant, pour certains types d'images, ce procédé de reconstruction, ou de décompression, introduit des erreurs trop importantes par rapport à l'image originale, non-compressée.
- [0006] Une solution technique est donc recherchée afin de pallier aux inconvénients préalablement cités.
- [0007] L'invention a pour objectif de pallier à au moins un des problèmes posés par l'art antérieur. Plus précisément, l'invention a pour objectif de proposer un procédé de pilotage d'une source lumineuse pixélisée pour un véhicule automobile, capable d'utiliser des représentations éparses de consignes lumineuses comprises dans un flux de données reçues.
- [0008] Selon un premier aspect de l'invention, un procédé de pilotage d'une source lumineuse pixélisée pour un véhicule automobile moyennant des consignes lumineuses destinées à être réalisées par des lignes de pixels est proposé. Le procédé comprend les étapes suivantes :
- [0009] a) réception de données de consignes ponctuelles pour un nombre restreint de positions de pixels distribuées sur une ligne, chaque point associant une consigne lumineuse à la position d'un pixel ;
- [0010] b) pour au moins une paire de points dont les positions se suivent sur ladite ligne, génération, à l'aide de moyens de calculs, d'une fonction d'interpolation polynomiale d'ordre au moins deux qui relie les deux points ;
- [0011] c) attribution, à l'aide de moyens de calculs, d'une consigne lumineuse à au moins une position de pixel intermédiaire aux positions de ladite paire de points sur la ligne,

pour laquelle aucune donnée de consigne n'a été reçue, ladite consigne lumineuse étant représentative de la valeur de ladite fonction d'interpolation évaluée à la position correspondante ;

- [0012] d) pilotage d'une ligne de pixels de la source lumineuse pixélisée moyennant les données de consigne lumineuses ainsi complétées.
- [0013] De préférence, ladite fonction d'interpolation peut être une fonction de Bézier.
- [0014] De préférence, les données de consignes ponctuelles reçues peuvent être une représentation éparse d'une ligne de valeurs de consignes complète. La ligne de valeurs de consignes complète représente les données non-compressées, alors que la représentation éparse représente les données compressées. Une valeur de consigne peut de préférence comprendre une valeur indicative d'un degré de luminosité à réaliser par un pixel. La valeur peut par exemple être comprise entre 0 et 255.
- [0015] De préférence, ladite fonction d'interpolation polynomiale peut être une fonction de Bézier cubique.
- [0016] Les quatre points de contrôle de ladite fonction de Bézier cubique peuvent préférentiellement comprendre ladite paire de points, ainsi que deux points intermédiaires générés à l'aide des moyens de calculs.
- [0017] Les moyens de calculs peuvent de préférence comprendre une unité de calcul programmé par un code logiciel approprié. De préférence, il peut s'agir d'un élément microcontrôleur ou d'un processeur de données.
- [0018] De préférence, le premier point intermédiaire peut se situer sur une première droite passant par le premier point de ladite paire de points, la première droite étant parallèle au segment qui relie le point qui précède ladite paire de points au deuxième point de la ladite paire de points. Le deuxième point intermédiaire peut se situer préférentiellement sur une deuxième droite passant par le deuxième point de ladite paire de points, la deuxième droite étant parallèle au segment qui relie le premier point de ladite paire de points au point qui suit ladite paire de points.
- [0019] Les positions des deux points intermédiaires peuvent de préférence être calculées à l'aide des moyens de calculs, en dépendance de données de consignes ponctuelles reçues autres que les données ponctuelles de ladite paire de points.
- [0020] De manière préférée, les deux points intermédiaires peuvent se situer à des positions telles que le rapport entre la distance qui sépare les positions du premier point de la paire et du premier point intermédiaire, respectivement entre la distance qui sépare les positions du deuxième point de la paire et du deuxième point intermédiaire, et la distance qui sépare les positions des deux points de ladite paire, est compris entre 0.1 et 0.5, et préférentiellement entre 0.2 et 0.4.
- [0021] De préférence, à l'étape c), ladite consigne lumineuse attribuée peut être la valeur d'une fonction approximative de la fonction d'interpolation évaluée à la position cor-

respondante. Il peut de préférence s'agir d'une fonction approximative linéaire par parties qui prend les valeurs de la fonction d'interpolation sur un nombre prédéterminé de points entre la paire de points considérée.

- [0022] L'étape b) peut de préférence être réalisée pour toutes les paires de points reçues qui se suivent sur ladite ligne, et l'étape c) peut de préférence être effectuée pour attribuer une valeur de consigne à toutes les positions de pixel pour lesquelles pour aucune donnée de consigne n'a été reçue.
- [0023] De manière préférée, le procédé est réalisé pour toutes les lignes d'une matrice représentant des valeurs de consignes pour chacune des lignes de pixels d'une source lumineuse pixélisée.
- [0024] Selon un autre aspect de l'invention, un dispositif de pilotage d'une source lumineuse pixélisée pour un véhicule automobile moyennant des consignes lumineuses destinées à être réalisées par des lignes de pixels est proposé. Le dispositif comprend une unité de calcul ayant accès à un élément de mémoire. En outre, l'unité de calcul est configurée pour :
 - [0025] i) lire dans l'élément de mémoire des données de consignes ponctuelles pour un nombre restreint de positions de pixels distribuées sur une ligne, chaque point associant une consigne lumineuse à la position d'un pixel ;
 - [0026] ii) pour au moins une paire de points dont les positions se suivent sur ladite ligne, générer une fonction d'interpolation polynomiale d'ordre au moins deux qui relie les deux points ;
 - [0027] iii) attribuer une consigne lumineuse à au moins une position de pixel intermédiaire aux positions de ladite paire de points sur la ligne, pour laquelle aucune donnée de consigne n'a été mise à disposition dans l'élément de mémoire, ladite consigne lumineuse étant représentative de la valeur de ladite fonction d'interpolation évaluée à la position correspondante ;
 - [0028] iv) piloter une ligne de pixels de la source lumineuse pixélisée moyennant les données de consigne lumineuses ainsi complétées.
- [0029] Selon encore un autre aspect de l'invention, un programme d'ordinateur comprenant une suite d'instructions est proposé, qui, lorsqu'elles sont exécutées par un processeur, conduisent le processeur à mettre en œuvre un procédé selon un aspect de l'invention.
- [0030] Selon un dernier aspect de l'invention, un support de stockage non transitoire lisible par ordinateur est proposé, ledit support stockant un programme d'ordinateur selon un aspect de l'invention.
- [0031] En utilisant les mesures proposées par la présente invention, il devient possible de proposer un procédé de pilotage d'une source lumineuse pixélisée pour un véhicule automobile, capable d'utiliser des représentations éparses de consignes lumineuses comprises dans un flux de données reçues. Le procédé de décompression ou

d'interpolation en accord avec des modes de réalisation de l'invention permet de calculer une bonne approximation des valeurs de consignes originales, non-compressées, en utilisant des interpolations polynomiales, et de préférence une interpolation par fonction de Bézier cubique.

- [0032] D'autres caractéristiques et avantages de la présente invention seront mieux compris à l'aide de la description des exemples et des dessins parmi lesquels :
- [0033] - [Fig.1] est une illustration schématisée des principales étapes d'un procédé de pilotage en accord avec un mode de réalisation préféré de l'invention ;
- [0034] - [Fig.2] est une illustration schématisée d'un dispositif de pilotage en accord avec un mode de réalisation préféré de l'invention, et d'une source lumineuse pixélisée ;
- [0035] - [Fig.3] montre des données ponctuelle d'une représentation éparse de consignes lumineuses telles qu'elles interviennent dans un procédé de pilotage en accord avec un mode de réalisation préféré de l'invention ;
- [0036] - [Fig.4] montre des données ponctuelle d'une représentation éparse de consignes lumineuses telles qu'elles interviennent dans un procédé de pilotage en accord avec un mode de réalisation préféré de l'invention, ainsi que des points de contrôle supplémentaires pour l'évaluation d'une fonction de Bézier ;
- [0037] - [Fig.5] montre des données ponctuelle d'une représentation éparse de consignes lumineuses telles qu'elles interviennent dans un procédé de pilotage en accord avec un mode de réalisation préféré de l'invention, ainsi que des points de contrôle supplémentaires pour l'évaluation d'une fonction de Bézier, et la fonction d'interpolation cubique de Bézier correspondante.
- [0038] Sauf indication spécifique du contraire, des caractéristiques techniques décrites en détail pour un mode de réalisation donné peuvent être combinées aux caractéristiques techniques décrites dans le contexte d'autres modes de réalisation décrits à titre d'exemples et de manière non limitative.
- [0039] La description se concentre sur les éléments d'un procédé de pilotage de sources lumineuses pixélisées, et d'un dispositif d'éclairage pour un véhicule automobile, qui sont nécessaires à la compréhension de l'invention. D'autres éléments, qui font de manière connue partie de tels procédés et dispositifs, ne seront pas mentionnés ni décrits en détails. Par exemple, la présence d'une alimentation électrique, d'un support ou d'éléments de dissipation thermique sont implicites pour le fonctionnement d'un tel dispositif.
- [0040] Un système d'éclairage pour un véhicule automobile tel qu'il intervient dans la mise en œuvre d'un procédé de pilotage en accord avec un premier mode de réalisation selon l'invention comprend au moins un module d'éclairage apte à projeter des fonctions d'éclairage à partir de données d'image. Le module d'éclairage comprend une source lumineuse apte à projeter un faisceau lumineux pixellisé. Une image

comprend généralement une matrice de valeurs de pixels, chaque valeur correspondant à un degré de luminosité à réaliser par une source lumineuse élémentaire correspondante du module d'éclairage. Comme la source lumineuse du module d'éclairage comprend un nombre important de pixels (de l'ordre de plusieurs centaines à milliers), le volume des données d'image à réaliser a une envergure importante.

[0041] Le module d'éclairage comprend des moyens de réception de données, tels qu'une interface réseau qui lui permet de recevoir des données sur un canal de transmission de données correspondant. Il peut s'agir par exemple d'un bus de données CAN ou CAN-FD en mode point-to-point, d'une connexion de type Ethernet, ou encore d'un canal à haut débit de type GMSL (« Gigabit Multimedia Serial Link »). Typiquement, le débit des données d'image d'origine non-compressées est supérieur au débit instantané réalisable sur le canal de transmission. Ainsi, les moyens de réception de données reçoivent une version compressée, ou éparse des données d'image d'origine. Le débit de données de la version compressée est inférieur au débit du canal de transmission disponible. Les données d'image compressées sont enregistrées dans un élément de mémoire, ligne par ligne. On supposera dans ce qui suit que les valeurs de luminosité de chaque ligne de l'image d'origine représentent des degrés de luminosités, par exemple entre 0 et 255 et qu'une ligne engendre des changements lisses de degrés de luminosité. En plus, on supposera que la version compressée reçue par le module d'éclairage comprend une version compressée de chaque ligne de l'image, les lignes étant compressées indépendamment les unes des autres. De préférence, la version compressée d'une ligne de l'image d'origine comprend uniquement un nombre restreint des valeurs originales, formant ainsi une représentation éparse. Le module d'éclairage peut par exemple comprendre une diode électroluminescente pixélisée, ou un dispositif à micro-miroirs de type DMD, sans que l'invention ne soit limitée à ces exemples.

[0042] De manière connue, le module d'éclairage peut comprendre en outre un système optique de projection non-illustré par lequel les rayons lumineux générés par la source lumineuse transitent, et un calculateur non-illustré qui peut par exemple être intégré au dispositif de pilotage, apte à transformer les valeurs de luminosité stockées dans des données d'image en rapports cycliques d'un signal de contrôle de type modulation de largeur d'impulsion PWM (« Pulse Width Modulation »). Le signal de contrôle correspondant est de manière connue utilisé pour commander une source d'alimentation électrique des pixels de la source lumineuse : la luminosité émise par un pixel est généralement proportionnelle à l'intensité moyenne du courant électrique qui le traverse, celle-ci étant généralement proportionnelle au rapport cyclique PWM. Ainsi, un tel module d'éclairage est capable de projeter un faisceau lumineux correspondant aux données d'image qui lui sont fournies.

[0043] Selon un mode de réalisation préféré de l'invention, un dispositif de pilotage est proposé, qui intervient dans un module d'éclairage tel qu'il vient d'être décrit. La [Fig.1] illustre un tel dispositif de pilotage 100 de manière schématisée. Il pilote au moins une ligne de pixels 112, et de préférence chaque ligne d'une matrice de pixels, d'une source lumineuse pixélisée 110 pour un véhicule automobile. Alors que le module lumineux reçoit une version compressée ou éparse 10 de chaque ligne de consignes, le dispositif de pilotage 100 est équipé d'une unité de calcul configurée pour réaliser les étapes d'un procédé d'interpolation. Un procédé d'interpolation en accord avec un mode de réalisation préférentiel de l'invention est illustré par la biais des figures 1 et 2 respectivement. Les données 10 compressées sont une représentation éparse d'une rangée de valeurs de consignes originales, trop volumineuse pour être transmise intégralement au module lumineux. Une fois reçues, l'unité de calcul 100 a accès à la représentation éparse 10 en la lisant dans un élément de mémoire non-illustré qui la stocke. Ceci correspond à l'étape a) illustrée par la [Fig.2]. Alors que les données non-compressées comprennent N valeurs de consignes pour une rangée de la source lumineuse pixélisée ayant N pixels (N un entier typiquement entre 10 et 500), dans l'exemple illustratif de la [Fig.1] les valeurs de consignes V0, V1, V3, V4, ..., VN-1, VN ne sont pas reçues intégralement au niveau du module lumineux. A titre d'exemple, les valeurs V0, V2, V3, etc... manquent. L'unité de calcul 100 traite les données 10 pour les compléter, en générant des valeurs approximatives V01', V2', V3', ..., VN-1' des valeurs de consignes originales non reçues. Les valeurs complétées ainsi restituées 10' sont alors utilisées pour piloter les pixels d'une rangée de pixels 112 correspondante de la source lumineuse 110. Chaque valeur de consigne reçue peut être considérée comme une donnée ponctuelle associant la valeur, par exemple V1, à la position correspondante dans la rangée de pixels, par exemple 1. Typiquement, dans la représentation éparse 10, chaque paire de données ponctuelles reçues qui se suivent sur la ligne ou rangée de consignes, par exemple (1, V1), (4, V4) est séparée de plusieurs positions, par exemple les positions 2 et 3, pour lesquelles les valeurs de consignes manquent.

[0044] L'unité de calcul 100 est configurée pour générer une fonction d'interpolation polynomiale d'ordre au moins deux, et de préférence une fonction de Bézier cubique qui relie les points qui correspondent telle paire de données ponctuelles. Une telle fonction est lisse et continue, et correspond généralement bien à la nature des données originales, qui représentent des changements de luminosité lisses à réaliser le long d'une ligne d'une image. Ceci correspond à l'étape b) telle qu'elle est illustrée sur la [Fig.2]. Ensuite, une consigne lumineuse est attribuée à au moins une, et de préférence à toutes les positions de pixels intermédiaires aux positions de ladite paire de points sur la ligne de consignes. Dans l'exemple de la [Fig.1], il s'agit par exemple des positions

de pixels intermédiaires 2 et 3. La consigne attribuée est représentative de la valeur de ladite fonction d'interpolation évaluée à la position correspondante. Il peut s'agir de préférence de la valeur exacte de la fonction d'interpolation, ou bien d'une approximation de la valeur de la fonction d'interpolation évaluée à la position correspondante. Ceci correspond à l'étape c) telle qu'elle est illustrée par la [Fig.2]. Finalement, lors de l'étape d), la ligne de consignes 10' ainsi complétée (en itérant le procédé de préférence sur toutes les paires de valeurs reçues), est utilisée pour piloter la ligne de pixels correspondante 112 de la source lumineuse 110.

[0045] Un exemple illustratif et plus spécifique du procédé qui vient d'être décrit est donné par la suite des figures 3 à 5, sans que l'invention ne se limite à cet exemple particulier. Cet exemple utilise une fonction de Bézier cubique, donc d'ordre trois. Une telle fonction est paramétrée à l'aide de quatre points de contrôle. La fonction relie les deux points de contrôle extrêmes sans nécessairement passer par les points de contrôle intermédiaires. Les détails théoriques en rapport avec les fonctions de Bézier ne seront pas détaillés ici, puisqu'ils sont en soi bien connus dans l'art. L'axe des abscisses de la [Fig.3] correspond aux positions de pixels qui se suivent sur une ligne ou rangée d'une source lumineuse pixélisée. Dans cet exemple purement illustratif, 150 positions de pixels sont recensées. Pour quatre positions, une valeur de consigne a été reçue conformément à l'étape a) du procédé décrit précédemment. Les valeurs de consignes sont illustrées selon l'axe des ordonnées et représentent des degrés de luminosité. Ainsi, dans cet exemple, quatre données ponctuelles (P_0, V_0) , (P_1, V_1) , (P_2, V_2) et (P_3, V_4) représentées par quatre points dans le repère de la [Fig.3], sont reçues sur 150 consignes à fournir à une ligne de pixels de la source lumineuse. A titre d'exemple, on s'intéresse à la paire de points (P_1, V_1) , (P_2, V_2) dans ce qui suit.

[0046] L'illustration de la [Fig.4] reprend le repère et les données ponctuelles de la [Fig.3], et montre comment des points intermédiaires (I_1, VI_1) respectivement (I_2, VI_2) sont générées entre les points de la paire (P_1, V_1) , (P_2, V_2) considérée. Ce calcul fait partie de l'étape b) du procédé selon ce mode de réalisation particulier, puisqu'il sert à déterminer des points de contrôle du polynôme cubique de Bézier servant de fonction d'interpolation polynomiale entre les valeurs (P_1, V_1) et (P_2, V_2) respectivement. En effet, pour déterminer les valeurs de consignes manquantes entre les valeurs V_1 et V_2 reçues, l'unité de calcul est configurée pour générer un polynôme de Bézier ayant pour point de contrôles extrêmes les points (P_1, V_1) et (P_2, V_2) . Les deux points intermédiaires (I_1, VI_1) respectivement (I_2, VI_2) sont les deux autres points de contrôle du polynôme. Le premier point intermédiaire (I_1, VI_1) se situe sur une première droite D_1 passant par le premier point (P_1, V_1) de ladite paire de points. Cette première droite D_1 est parallèle au segment S_1 qui relie le point (P_0, V_0) qui précède ladite paire de points (P_1, V_1) , (P_2, V_2) au deuxième point (P_2, V_2) de cette paire. Le deuxième point inter-

médiaire (I2,VI2) se situe sur une deuxième droite D2 passant par le deuxième point (P2,V2) de ladite paire de points. Cette deuxième droite D2 est parallèle au segment S2 qui relie le premier point de ladite paire de points (P1,V1) au point (P3,V3) qui suit ladite paire de points (P1,V1), (P2,V2). Il reste donc à déterminer les valeurs d'abscisses I1, respectivement I2 des points intermédiaires, les valeurs d'ordonnées respectives étant alors contraintes à satisfaire les équations affines des droites D1 respectivement D2.

- [0047] De préférence, les deux points intermédiaires se situent à des positions (sur l'axe des abscisses) telles que le rapport entre la distance qui sépare les positions du premier point (P1) de la paire et du premier point intermédiaire (I1), respectivement entre la distance qui sépare les positions du deuxième point (P2) de la paire et du deuxième point intermédiaire (I2), et la distance qui sépare les positions des deux points de ladite paire (P1,P2), est compris entre 0.1 et 0.5, et préférentiellement entre 0.2 et 0.4. Un exemple de distances résultantes d1 entre P1 et I1, et d2 entre I2 et P2, est illustré sur la [Fig.4].
- [0048] Finalement, la [Fig.5] montre la fonction de Bézier F généré à l'aide des points de contrôles (P1,V1), (I1,VI1), (I2,VI2) et (P2,V2). La construction des points intermédiaires en utilisant le parallélisme aux segments S1, S2 assure une fonction F lisse. Cette approche est réalisée pour toute paire de valeurs ponctuelles de consignes reçues. Ensuite, une valeur représentative des valeurs de la fonction F est attribuée comme contrainte reconstituée aux positions de pixels entre les positions P1 et P2. Il peut s'agir de la valeur de la fonction F, ou bien par exemple de la valeur d'une interpolation linéaire par parties de la fonction F entre les positions P1 et P2, permettant ainsi de réduire le nombre de cycles de calculs utilisés par l'unité de calcul.
- [0049] Selon un mode de réalisation préférentiel, lors de la construction des points intermédiaires I1 et I2, le rapport entre la distance qui sépare les positions du premier point (P1) de la paire et du premier point intermédiaire (I1), respectivement entre la distance qui sépare les positions du deuxième point (P2) de la paire et du deuxième point intermédiaire (I2), et la distance qui sépare les positions des deux points de ladite paire (P1,P2), est calculé en fonction d'une valeur de sensibilité au taux de variation entre les valeurs V0,V1,V2,V3 reçues. Ce taux de variation ou cette pente est calculée en prenant en compte les points (P0,V0) et (P3,V3) dans les calculs.
- [0050] On revient alors aux équations suivantes, en reprenant l'exemple des figures.
- [0051] $\text{Pente} = (V2-V1)/(P2-P1)$; il s'agit de la pente entre les points de la paire considérée ;
- [0052] $\text{PenteG} = (V1-V0)/(P1-P0)$; pente à gauche de la paire considérée ;
- [0053] $\text{PenteD} = (V3-V2)/(P3-P2)$; pente à droite de la paire considérée ;
- [0054] $\text{PenteP0P2} = (V2-V0)/(P2-P0)$;
- [0055] $\text{PenteP1P3} = (V3-V1)/(P3-P1)$;

- [0056] $\text{SensibilitePenteG} = \max(0.01, (1 - \text{ABS}(\text{Pente} - \text{PenteG}) * \text{SensibilitePente}))$; ABS= valeur absolue ;
- [0057] $\text{distanceG} = (\text{P2} - \text{P1}) * \text{distance} * \text{SensibilitePenteG}$;
- [0058] $\text{SensibilitePenteD} = \max(0.01, (1 - \text{ABS}(\text{Pente} - \text{PenteD}) * \text{SensibilitePente}))$;
- [0059] $\text{distanceD} = (\text{P2} - \text{P1}) * \text{distance} * \text{SensibilitePenteD}$;
- [0060] $\text{I1} = \text{P1} + \text{distanceG}$;
- [0061] $\text{VI1} = \text{V1} + \text{PenteP0P2} * \text{distanceG}$;
- [0062] $\text{I2} = \text{P2} - \text{distanceD}$;
- [0063] $\text{VI2} = \text{V2} - \text{PenteP1P3} * \text{distanceD}$;
- [0064] La fonction F est alors donnée entre P1 et P2 par:
- [0065] $F(t) = (1-t)^3(\text{P1}, \text{V1}) + 3*(1-t)^2t(\text{I1}, \text{VI1}) + 3*(1-t)t^2(\text{I2}, \text{VI2}) + t^3(\text{P2}, \text{V2})$, pour t variant entre 0 et 1.
- [0066] Le facteur SensibilitePente peut être compris entre 1/64 et 1, limites comprises, et de préférence entre 1/12 et 1/4, limites comprises. Le facteur distance peut être compris entre 0.1 et 0.6, limites comprises, entre 0.1 et 0.5, out de préférence entre 0.3 et 0.4, limites comprises.
- [0067] Le calcul de valeurs intermédiaires entre une paire de points de données reçues, pare exemple aux positions P1 et P2, fait intervenir les données ponctuelles qui précèdent et succèdent immédiatement cette paire (e.g. les données aux positions P0 respectivement P3), pour le calcul des pentes de droites. Afin de pouvoir calculer ces pentes pour les premiers et derniers points de données reçus, des données virtuelles auxiliaires sont créées en accord avec un mode de réalisation préféré de l'invention. Par exemple, on considère un point à une position P-1 pour pouvoir définir la pente entre les points de données aux positions P-1 et P1, cette pente étant requise pour l'interpolation de valeurs entre les positions P0 et P1. La valeur associée à la position auxiliaire P-1 est égale à la valeur reçue pour la position P0, à savoir V0. De même, une donnée virtuelle auxiliaire PN+1 est générée pour l'interpolation entre les positions reçues PN-1 et PN : elle a de préférence la valeur reçue VN.
- [0068] En utilisant ce mode de réalisation préféré (avec interpolation linéaire par parties de la fonction F) des gains de décompression (valeurs PSNR) de 0.86 jusqu'à 1.1 dB ont pu être mesurés par rapport à une interpolation purement linéaire entre les valeurs de consignes reçues. Ces résultats ont été calculés en comparant les valeurs de consignes décompressées selon le procédé d'interpolation proposé aux valeurs non-compressées originales. Les valeurs reconstituées en accord avec des instances du procédé proposé par l'invention sont donc très proches des valeurs réelles, non-reçues par le module lumineux par manque de bande passante.
- [0069] En suivant les explications concernant le fonctionnement du procédé et du dispositif proposés, une personne ayant des connaissances générales dans le domaine de

l'informatique saura implémenter un programme d'ordinateur mettant en œuvre le ou les procédés décrits, sans ayant besoin d'exercer d'activité inventive supplémentaire.

[0070] Il va de soi que les modes de réalisation décrits ne limitent pas l'étendue de la protection de l'invention. En faisant recours à la description qui vient d'être donnée, d'autres modes de réalisation sont envisageables sans pour autant sortir du cadre de la présente invention.

[0071] L'étendue de la protection est déterminée par les revendications.

Revendications

[Revendication 1]

Procédé de pilotage d'une source lumineuse pixélisée (110) pour un véhicule automobile moyennant des consignes lumineuses destinées à être réalisées par des lignes de pixels (110), comprenant les étapes suivantes :

- a. réception de données de consignes ponctuelles (10) pour un nombre restreint de positions de pixels (P0,P1,P2,P3) distribuées sur une ligne, chaque point associant une consigne lumineuse (V0,V1,V2,V3) à la position d'un pixel ;
- b. pour au moins une paire de points (P1,V1 ; P2,V2) dont les positions se suivent sur ladite ligne, génération, à l'aide de moyens de calculs, d'une fonction d'interpolation polynomiale (F) d'ordre au moins deux qui relie les deux points ;
- c. attribution, à l'aide de moyens de calculs, d'une consigne lumineuse à au moins une position de pixel intermédiaire aux positions de ladite paire de points (P1,P2) sur la ligne, pour laquelle aucune donnée de consigne n'a été reçue, ladite consigne lumineuse étant représentative de la valeur de ladite fonction d'interpolation évaluée à la position correspondante ;
- d. pilotage d'une ligne de pixels (112) de la source lumineuse pixélisée moyennant les données de consigne lumineuses ainsi complétées (10') ;

ladite fonction d'interpolation polynomiale (F) est une fonction de Bézier cubique où les quatre points de contrôle de ladite fonction de Bézier cubique comprennent ladite paire de points (P1,V1 ; P2,V2), ainsi que deux points intermédiaires générés à l'aide des moyens de calculs, et en ce que le premier point intermédiaire se situe sur une première droite (D1) passant par le premier point de ladite paire de points (P1,V1), la première droite étant parallèle au segment (S1) qui relie le point (P0,V0) qui précède ladite paire de points au deuxième point de la ladite paire de points (P2,V2), et en ce que le deuxième point intermédiaire se situe sur une deuxième droite (D1) passant par le deuxième point (P2,V2) de ladite paire de points, la deuxième droite étant parallèle au segment (S2) qui relie le premier point de ladite paire de points (P1,V1) au point (P3,V3) qui suit ladite paire de points

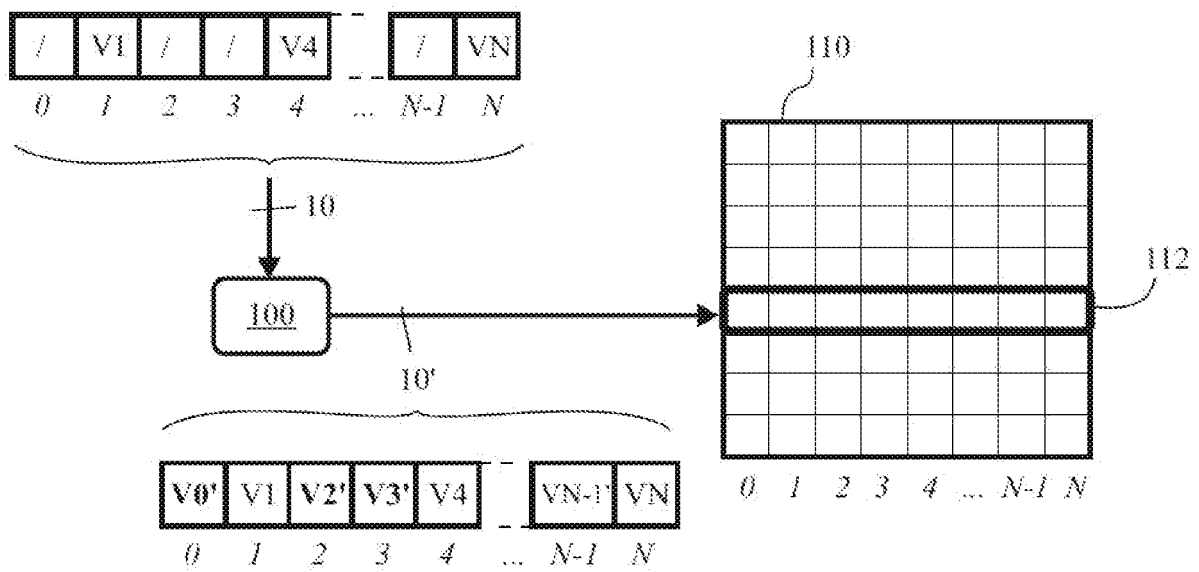
(P1,V1 ; P2,V2).

- [Revendication 2] Procédé selon la revendication précédente, caractérisé en ce que les positions des deux points intermédiaires (I1, I2) sont calculées à l'aide des moyens de calculs, en dépendance de données de consignes ponctuelles reçues autres que les données ponctuelles de ladite paire de points.
- [Revendication 3] Procédé selon l'une quelconque des revendications précédentes, caractérisé en ce que les deux points intermédiaires se situent à des positions (I1,I2) telles que le rapport entre la distance qui sépare les positions du premier point (P1) de la paire et du premier point intermédiaire (I1), respectivement entre la distance qui sépare les positions du deuxième point (P2) de la paire et du deuxième point intermédiaire (I2), et la distance qui sépare les positions des deux points (P1,P2) de ladite paire, est compris entre 0.1 et 0.5, et préférentiellement entre 0.2 et 0.4.
- [Revendication 4] Procédé selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'à l'étape c), ladite consigne lumineuse attribuée est la valeur d'une fonction approximative de la fonction d'interpolation (F) évaluée à la position correspondante.
- [Revendication 5] Procédé selon une des revendications précédentes, caractérisé en ce que l'étape b) est réalisée pour toutes les paires de points reçues qui se suivent sur ladite ligne, et en ce que l'étape c) est effectuée pour attribuer une valeur de consigne à toutes les positions de pixel pour lesquelles pour aucune donnée de consigne n'a été reçue.
- [Revendication 6] Dispositif de pilotage (100) d'une source lumineuse pixélisée (110) pour un véhicule automobile moyennant des consignes lumineuses destinées à être réalisées par des lignes de pixels (112), une unité de calcul ayant accès à un élément de mémoire, dans lequel l'unité de calcul est configurée pour :
- i. lire dans l'élément de mémoire des données de consignes ponctuelles (V0,V1,V2,V3) pour un nombre restreint de positions de pixels (P0,P1,P2,P3) distribuées sur une ligne, chaque point associant une consigne lumineuse à la position d'un pixel ;
 - ii. pour au moins une paire de points dont les positions se suivent sur ladite ligne, générer une fonction d'interpolation polynomiale d'ordre au moins deux qui relie les deux points ;

- iii. attribuer une consigne lumineuse à au moins une position de pixel intermédiaire aux positions de ladite paire de points sur la ligne, pour laquelle aucune donnée de consigne n'a été mise à disposition dans l'élément de mémoire, ladite consigne lumineuse étant représentative de la valeur de ladite fonction d'interpolation évaluée à la position correspondante ;
- iv. piloter une ligne de pixels de la source lumineuse pixélisée moyennant les données de consigne lumineuses (10') ainsi complétées.

- [Revendication 7] Programme d'ordinateur comprenant une suite d'instructions qui, lorsqu'elles sont exécutées par un processeur, conduisent le processeur à mettre en œuvre un procédé selon une des revendications 1 à 5.
- [Revendication 8] Support de stockage non transitoire lisible par ordinateur, ledit support stockant un programme d'ordinateur selon la revendication 7.

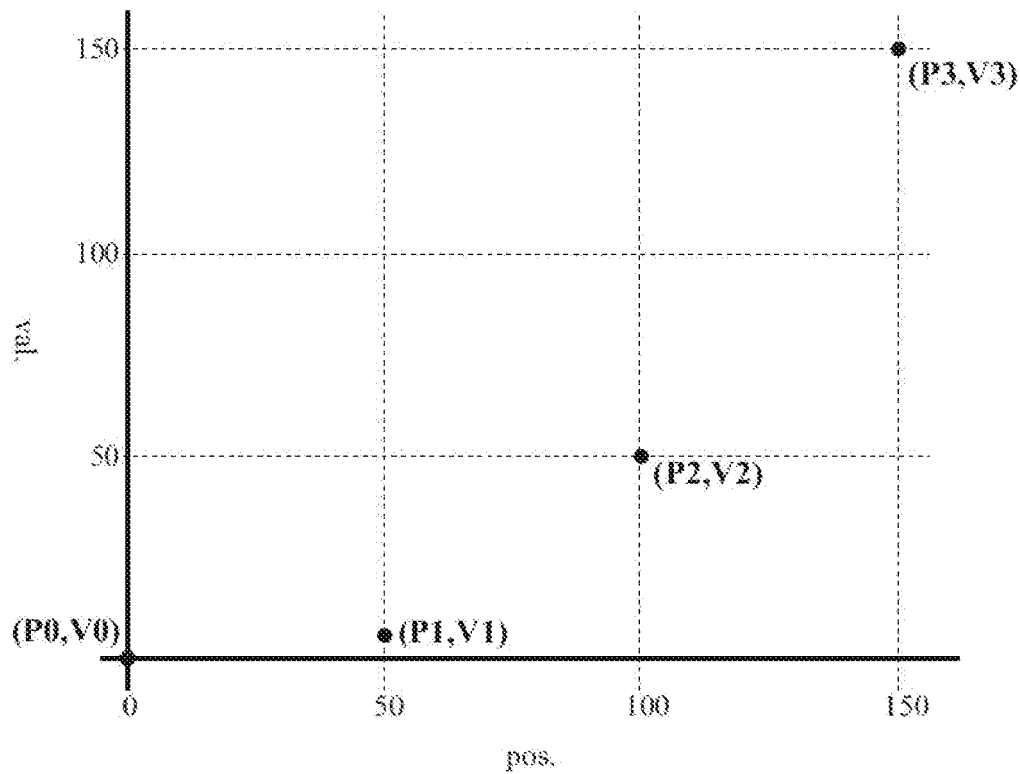
[Fig. 1]



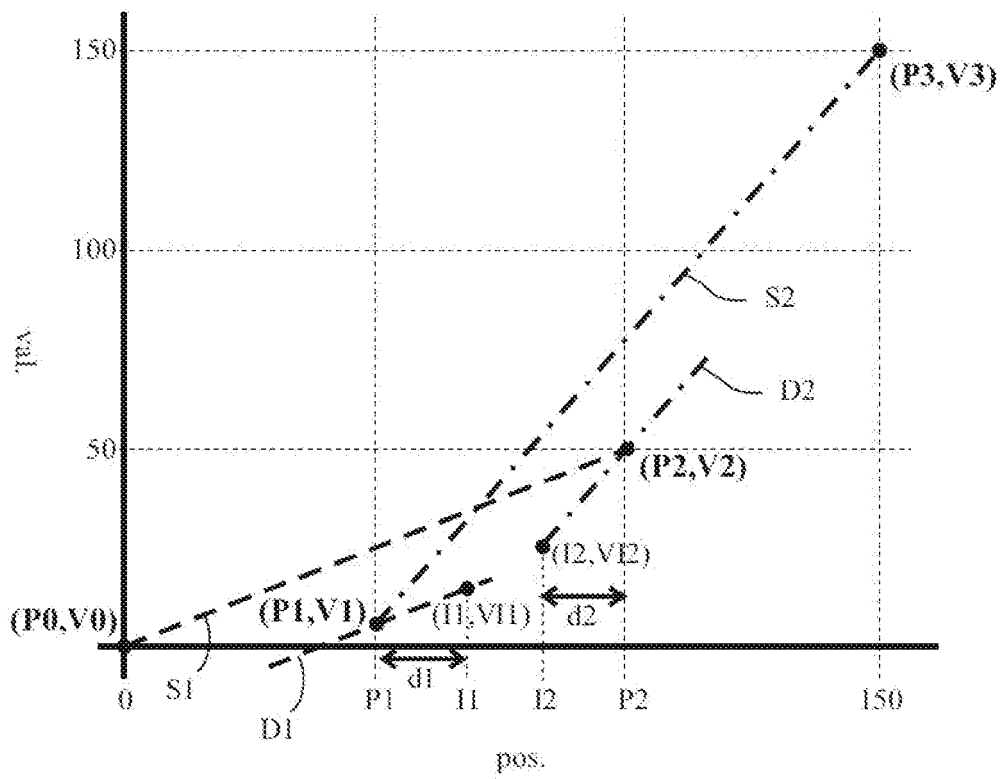
[Fig. 2]



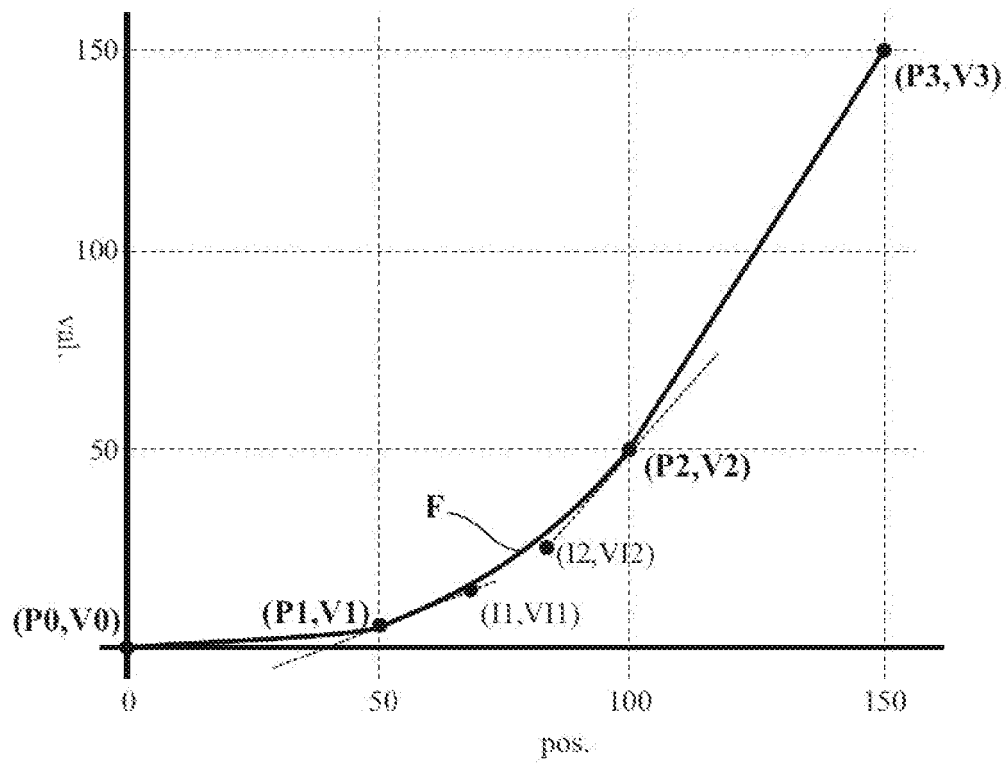
[Fig. 3]



[Fig. 4]



[Fig. 5]



RAPPORT DE RECHERCHE

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

OBJET DU RAPPORT DE RECHERCHE

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

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

CONDITIONS D'ETABLISSEMENT DU PRESENT RAPPORT DE RECHERCHE

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

☐ Le demandeur a maintenu les revendications.

☒ Le demandeur a modifié les revendications.

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

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

☐ Un rapport de recherche préliminaire complémentaire a été établi.

DOCUMENTS CITES DANS LE PRESENT RAPPORT DE RECHERCHE

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

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

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

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

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

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

NEANT

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

US 2020/084853 A1 (BONNE RONALD [US] ET AL) 12 mars 2020 (2020-03-12)

US 6 061 475 A (BLAIR BRUCE A [US])
9 mai 2000 (2000-05-09)

POTH MIKLOS ED - ANONYMOUS: "Comparison of Convolutional Based Interpolation Techniques in Digital Image Processing", INTELLIGENT SYSTEMS AND INFORMATICS, 2007. SISY 2007. 5TH INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON, IEEE, PI, 1 août 2007 (2007-08-01), pages 87-90, XP031142321, ISBN: 978-1-4244-1442-0

JP H07 307941 A (KOKUSAI ELECTRIC CO LTD)
21 novembre 1995 (1995-11-21)

WO 2020/234021 A1 (VALEO VISION [FR])
26 novembre 2020 (2020-11-26)

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

NEANT