

19 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
COURBEVOIE

11 N° de publication : **3 101 692**
(à n'utiliser que pour les
commandes de reproduction)
21 N° d'enregistrement national : **19 11046**
51 Int Cl⁸ : **F 21 S 41/153 (2019.12), F 21 S 41/65, H 05 B 45/10**

12 **DEMANDE DE BREVET D'INVENTION** **A1**

22 Date de dépôt : 04.10.19.

30 Priorité :

43 Date de mise à la disposition du public de la
demande : 09.04.21 Bulletin 21/14.

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

60 Références à d'autres documents nationaux
apparentés :

Demande(s) d'extension :

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

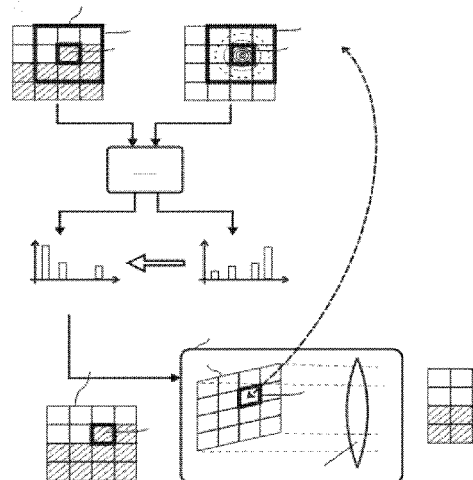
72 Inventeur(s) : KANJ ALI et PRAT Constantin.

73 Titulaire(s) : VALEO VISION SAS.

54 **PROCÉDÉ D'ADAPTATION DE CONSIGNES POUR
UNE UNITÉ D'ÉCLAIRAGE NUMÉRIQUE D'UN
VÉHICULE AUTOMOBILE.**

57 L'invention propose un procédé d'adaptation d'une consigne numérique d'éclairage destinée à être projetée par une unité d'éclairage numérique pour un véhicule automobile, comprenant une source lumineuse matricielle et un système optique. Le procédé comprend une étape d'adaptation de la consigne numérique. L'adaptation prend en compte les interfé-

rences entre sources lumineuses élémentaires de la source lumineuse matricielle, à travers leur réponse lumineuse.



FR 3 101 692 - A1



Description

Titre de l'invention : PROCÉDE D'ADAPTATION DE CONSIGNES POUR UNE UNITÉ D'ÉCLAIRAGE NUMÉRIQUE D'UN VÉHICULE AUTOMOBILE

- [0001] L'invention se rapporte aux modules d'éclairage pour véhicules automobiles. En particulier, l'invention se rapporte à des procédés de commande pour de tels modules impliquant des sources lumineuses matricielles.
- [0002] Une diode électroluminescente, LED, est un composant électronique semi-conducteur capable d'émettre de la lumière lorsqu'il est parcouru par un courant électrique ayant au moins une intensité seuil. Dans le domaine automobile, on a de plus en plus recours à la technologie LED pour diverses solutions de signalisation lumineuse. Des matrices de LED sont particulièrement intéressantes dans le domaine de l'éclairage automobile. Des sources lumineuses matricielles peuvent être utilisées pour des fonctions de type « levelling », i.e., ajustement de la hauteur du faisceau lumineux émis, en fonction de l'assiette du véhicule et du profil de la route. D'autres applications comprennent le DBL (« Digital Bending Light ») ce qui correspond à l'ajustement de la direction du faisceau lumineux émis, pour suivre la route dans le plan horizontal, l'ADB (« Adaptive Driving Beam ») qui correspond à une fonction anti-éblouissement qui génère des zones d'ombre dans le faisceau lumineux émis par un feu de route pour ne pas gêner d'autres usagers de la route, mais aussi des fonctions de projection de motifs au sol utilisant le faisceau lumineux pixellisé. Les contours des zones d'ombres doivent être bien définies et reproductibles par un dispositif unité d'éclairage afin de satisfaire à la réglementation en rigueur.
- [0003] Il est connu d'utiliser des sources lumineuses de différents types de technologies pour les applications d'éclairage citées. Il s'agit par exemple de la technologie monolithique, suivant laquelle une pluralité importante de sources élémentaires de type LED, équivalentes à des pixels, sont gravées dans un substrat semi-conducteur commun. Des connexions électriques intégrées permettent d'activer les pixels indépendamment les uns des autres. Une autre technologie connue est celle des microLED, qui engendre une matrice de LEDs de faibles dimensions, typiquement inférieures à 150µm. Il existe aussi des modules de type à micro-miroirs, DMD (« Digital Micro-Mirror Device »), qui impliquent une technologie de projection utilisant un modulateur d'intensité sur un faisceau uniforme. Des micro-miroirs, dont la position est commandée moyennant des éléments piézo-électriques, sont orientés de manière à réfléchir sélectivement un faisceau lumineux incident, de manière à ce que chaque micro-miroir corresponde à une source élémentaire de la matrice de pixels ainsi

générée. La lumière issue d'une source est dirigée sur la matrice de micro-miroirs par une optique.

- [0004] Or, ces types de technologie impliquent une grande proximité entre les sources lumineuses, qui génère des interférences (également appelées en anglais « Cross-talk ») dans les faisceaux élémentaires émis par des sources lumineuses voisines. Il a été ainsi constaté que l'intensité lumineuse d'un pixel supposément émis par une des sources lumineuses ne correspond pas à la valeur de consigne associée à cette source lumineuse. En effet, une partie seulement du faisceau élémentaire émis par cette source lumineuse est employée pour réaliser le pixel et une partie des faisceaux élémentaires émis par les sources lumineuses voisines vient en outre s'y additionner. L'intensité lumineuse résultante est ainsi différente de la valeur de consigne escomptée, ce qui rend complexe et peu fiable le contrôle du module lumineux pour l'émission d'un faisceau lumineux pixélisé conforme à celui de l'image numérique fournie au contrôleur.
- [0005] La lumière émise par une source lumineuse matricielle passe en outre généralement à travers une optique comprenant au moins une lentille optique, pour projeter le contour désiré devant le véhicule automobile. Cependant, pour une source lumineuse matricielle donnée et un système optique de sortie associé, la réponse des sources lumineuses élémentaires de la matrice à travers le système optique n'est pas homogène. Typiquement une zone centrale est apte à projeter à une résolution élevée, tandis que la résolution décroît progressivement aux abords du champ de vue de la source lumineuse, qui peut d'autant plus avoir une ouverture importante de l'ordre de 35°. La projection de contours précis dans des zones de résolution moindres (i.e. aux bords du champ de vu) est donc difficile voire impossible en utilisant des solutions connues. Le résultat de la projection d'un contour ou d'un motif précis dans une telle zone est généralement un contour ou un motif flouté.
- [0006] L'invention a pour objectif de pallier à au moins un des problèmes posés par l'art antérieur. En particulier l'invention a pour objectif de proposer un procédé qui puisse augmenter la précision de motifs ou de contours projetés moyennant une source lumineuse matricielle.
- [0007] Selon un premier aspect de l'invention, un procédé d'adaptation d'une consigne numérique d'éclairage destinée à être projetée par une unité d'éclairage numérique d'un véhicule automobile est proposé. L'unité d'éclairage comprend une source lumineuse matricielle et un système optique. La consigne numérique d'éclairage comprend une consigne d'intensité lumineuse élémentaire pour chaque source lumineuse élémentaire de la source lumineuse matricielle. Le procédé est remarquable en ce qu'il comprend pour chaque consigne élémentaire :
- [0008] a) une étape de détermination, moyennant une unité de calcul, d'un premier histogramme de luminosité associé à la source lumineuse élémentaire correspondante,

l'histogramme indiquant les fréquences de valeurs d'intensités lumineuses présentes dans la réponse lumineuse de ladite source lumineuse élémentaire, la réponse lumineuse couvrant le pixel projeté correspondant ainsi qu'un voisinage spatial du pixel projeté;

- [0009] b) une étape de détermination, moyennant une unité de calcul, d'un deuxième histogramme de luminosité associé à la consigne élémentaire, l'histogramme indiquant les fréquences de valeurs de consignes lumineuses élémentaires sur une zone de valeurs comprenant la consigne élémentaire ainsi qu'un voisinage de consignes élémentaires correspondant audit voisinage spatial du pixel projeté;
- [0010] c) une étape d'adaptation de la consigne élémentaire moyennant une unité de calcul, avant de relayer la consigne élémentaire adaptée, calculée comme étant la moyenne arithmétique des valeurs de ladite zone ajustées par mise en correspondance du deuxième histogramme au premier histogramme, à l'unité d'éclairage.
- [0011] De préférence, la réponse lumineuse $R(112)$, $V(112)$ est obtenue à luminosité maximale de la source lumineuse élémentaire correspondante (112).
- [0012] De préférence, la consigne élémentaire adaptée peut être convertie en un paramètre d'un signal électrique à appliquer à la source lumineuse élémentaire afin de réaliser ladite consigne d'intensité lumineuse élémentaire adaptée.
- [0013] L'étape de conversion peut de préférence comprendre l'application d'une fonction de conversion préalablement définie pour chaque source lumineuse élémentaire.
- [0014] Ledit signal électrique peut préférentiellement être un signal électrique modulé en largeur d'impulsion, ledit paramètre étant le rapport cyclique de ce signal électrique.
- [0015] Le voisinage d'un pixel peut par exemple couvrir un nombre prédéterminé de pixels entourant ce pixel. Alternativement, il peut couvrir tous les pixels dans un cercle ayant ledit pixel comme centre.
- [0016] De préférence, le procédé peut comprendre une étape préliminaire de mesure, pour chaque source lumineuse élémentaire, de la réponse lumineuse projetée par la source lumineuse élémentaire correspondante.
- [0017] De préférence, le premier histogramme peut être préalablement mesuré et enregistré pour chaque source lumineuse élémentaire de la source lumineuse matricielle.
- [0018] De préférence réponse lumineuse pour chaque source lumineuse élémentaire peut être stockée dans un élément de mémoire sous forme d'une matrice de distribution, la matrice comprenant la contribution numérisée du faisceau lumineux généré par ladite source lumineuse élémentaire sur l'intensité lumineuse du pixel projeté correspondant comme élément central, la matrice comprenant en outre la contribution numérisée du faisceau lumineux généré par ladite source lumineuse élémentaire sur l'intensité des pixels projetés qui font partie d'un voisinage spatial prédéterminé dudit pixel projeté comme éléments périphériques, chaque élément de la matrice correspondant ainsi à un

pixel projeté.

- [0019] L'étape d'adaptation peut préférentiellement comprendre le calcul d'une première et d'une deuxième fonction de distribution cumulative à partir du premier histogramme et du deuxième histogramme respectivement.
- [0020] De préférence, l'ajustement des valeurs de ladite zone peut comprendre le remplacement d'une consigne élémentaire donnée ayant une probabilité indiquée par la deuxième fonction de distribution cumulative, par une valeur d'intensité ayant la même probabilité indiquée par la première fonction de distribution cumulative.
- [0021] La consigne d'éclairage peut de préférence correspondre à une image numérique ayant une résolution au moins égale à la résolution de projection du dispositif d'éclairage.
- [0022] De préférence, le procédé peut comprendre une étape de commande, moyennant une unité de commande de ladite source lumineuse en utilisant des signaux électriques paramétrés par lesdites consignes adaptées.
- [0023] Ladite consigne numérique d'éclairage peut de préférence comprendre une photométrie ou image numérique désirée.
- [0024] De préférence, le procédé peut comprendre une étape préalable de réception d'une image numérique du faisceau lumineux pixélisé souhaité, une étape de fractionnement de ladite image numérique en une pluralité de régions, chaque région étant associée à l'une des sources lumineuses élémentaires de la source lumineuse matricielle, et une étape de calcul d'une valeur de consigne d'intensité lumineuse élémentaire pour chacune des sources lumineuses élémentaires à partir de la région associée à cette source lumineuse élémentaire. En d'autres termes, l'image numérique est fractionnée en autant de régions que la source lumineuse matricielle comprend de sources lumineuses élémentaires, chaque région correspondant au pixel pouvant être émis par l'une de ces sources lumineuses élémentaires. Par exemple, la valeur de consigne d'intensité lumineuse élémentaire attribuée à chacune des sources lumineuses élémentaires peut de préférence correspondre à l'intensité lumineuse moyenne dans la région associée à cette source lumineuse.
- [0025] Selon un autre aspect de l'invention, un dispositif d'éclairage pour un véhicule automobile est proposé. Le dispositif d'éclairage comprend une unité d'éclairage numérique ayant une source lumineuse matricielle composée de sources lumineuses élémentaires ainsi qu'un système optique. Le dispositif comprend en outre une unité de réception de données destinée à recevoir une consigne d'éclairage. Le dispositif est remarquable en ce qu'il comprend une unité de calcul configurée pour adapter une consigne d'éclairage reçue en accord avec le procédé selon un aspect de l'invention. Le dispositif comprend en outre une unité de commande destinée à commander l'unité d'éclairage moyennant des signaux électriques paramétrés en accord avec les valeurs

de consignes adaptées (10').

- [0026] Selon encore un autre aspect de l'invention, un programme d'ordinateur est proposé, comprenant une suite d'instructions qui, lorsqu'elles sont exécutées par un processeur, conduisent le processeur à mettre en œuvre un procédé selon un aspect de la présente invention.
- [0027] Selon un aspect final 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 la présente invention.
- [0028] De préférence, l'unité de commande et/ou l'unité de calcul peuvent comprendre un élément microcontrôleur ou un processeur de données programmé moyennant un programme informatique approprié pour réaliser ledit procédé.
- [0029] L'agencement du système optique peut de préférence être tel que la lumière émise par les sources lumineuses élémentaires de l'unité d'éclairage le traverse. Le système optique peut de préférence comprendre au moins une lentille optique.
- [0030] L'unité de réception de données peut de préférence comprendre une interface réseau capable de recevoir/envoyer des données sur un bus de données interne au véhicule automobile. Par exemple, le bus peut être un bus de type « Controller Area Network », CAN, Ethernet, un bus de type Gigabit Multimedia Serial Link, GMSL, ou un bus de technologie Low Voltage Differential Signaling, LVDS, comme un bus FPD-Link III.
- [0031] La source lumineuse matricielle peut de préférence comprendre une source monolithique, comprenant des sources lumineuses élémentaires électroluminescentes à éléments semi-conducteurs gravées dans un substrat commun et activables indépendamment les unes des autres.
- [0032] La source lumineuse matricielle peut de préférence comprendre une matrice de type micro LED, comprenant une matrice de sources élémentaires réalisées par des diodes électroluminescentes, LED, de faibles dimensions, typiquement inférieures à 150 μm .
- [0033] La source lumineuse matricielle peut de préférence comprendre un dispositif à micro-miroirs, DMD, (« Digital Micromirror Device »), dans lequel une source élémentaire comprend un micro-miroir d'une matrice, qui réfléchit de manière sélective en fonction de sa position un faisceau de lumière incident.
- [0034] En utilisant les aspects selon l'invention, il devient possible d'anticiper de manière préemptive les effets d'interférence (« cross-talk ») entre des sources lumineuses élémentaires rapprochées d'une source lumineuse matricielle. L'image projeté par une source lumineuse commandée moyennant les signaux adaptés selon les aspects de l'invention est par conséquent plus proche de l'image de consigne désirée. Ceci est réalisé en utilisant un procédé numérique, implémenté de préférence par un logiciel informatique. La solution ne nécessite donc pas d'avoir recours à des optiques plus onéreuses qui pourraient corriger ces effets non-désirables. Cette approche permet de

maintenir le coût de production du dispositif d'éclairage proposé relativement stable, tout en améliorant nettement son comportement optique. Cette amélioration est d'autant plus utile lorsque le dispositif d'éclairage réalise une fonction de type « Adaptive Driving Beam », ADB, qui requiert la projection des contours et motifs précis, tout en nécessitant une luminosité moins importante. Plutôt que de vouloir réaliser chaque consigne d'intensité lumineuse élémentaire, pixel par pixel, de manière exacte, le procédé permet de réaliser des contours ou gradients de luminosité désirée dans l'image de consigne globalement de manière plus nette, en prenant en compte les interférences lumineuses qui se manifestent lors de la réalisation de l'image de consigne.

- [0035] 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 :
- [0036] la [fig.1] est une illustration d'un procédé en accord avec un mode de réalisation préférentiel de l'invention ;
- [0037] la [fig.2] est une illustration d'une mise en correspondance entre deux histogrammes.
- [0038] la [fig.3] est une illustration schématisée d'un dispositif d'éclairage en accord avec un mode de réalisation préférentiel de l'invention.
- [0039] 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.
- [0040] La description se concentre sur les éléments d'un module 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 modules, ne seront pas mentionnés ni décrits en détails. Par exemple, la présence et le fonctionnement d'un circuit convertisseur impliqué dans l'alimentation électrique d'une source lumineuse matricielle, en soi connu, ne sera pas décrit en détails.
- [0041] Le rendement d'une source lumineuse de type diode électroluminescente peut de manière connue être influencé en pilotant son alimentation en courant électrique moyennant un signal de type modulation de largeur d'impulsion (« pulse width modulation », PWM), qui se caractérise par un rapport cyclique représentatif du rendement désiré. L'invention utilise ce principe pour la mise en œuvre d'un procédé qui permet de réaliser des consignes lumineuses désirée avec un degré de précision optique élevé..
- [0042] L'illustration de la [fig.1] montre la mise à disposition d'une consigne numérique d'éclairage 10 destinée à être projetée par une unité d'éclairage numérique 100. La consigne numérique comprend par exemple une image dont chaque pixel 12 comprend une valeur d'intensité lumineuse, qui doit idéalement être reproduite par une source

lumineuse élémentaire correspondante 112 d'une source lumineuse matricielle 110 de l'unité d'éclairage numérique 100. Alternativement, la consigne numérique élémentaire 12 peut correspondre à une région de pixels d'une image numérique de consigne ayant une résolution plus élevée que la résolution de projection de la source matricielle 110. La source matricielle 110 peut comprendre une source monolithique, un dispositif digital à micro-miroirs ou d'autres sources lumineuse matricielles connues dans l'art. L'unité d'éclairage numérique 100 comprend également un système optique comprenant au moins une lentille optique 120, arrangé en aval de la source lumineuse matricielle, suivant la direction de la lumière émise.

[0043] Une unité de calcul 130, détermine un premier histogramme de luminosité $H(112)$ associé à une source lumineuse élémentaire 112. Le premier histogramme $H(112)$ comprend idéalement un conteneur pour chaque valeur de luminosité discrétisée. Il s'agit par exemple de 128 ou 256 valeurs possibles. Les occurrences de chaque valeur dans la réponse lumineuse générée par la source lumineuse élémentaire 112 lorsqu'elle seule est allumée (de préférence à puissance maximale) sont cumulées dans les conteneurs respectifs de l'histogramme. La réponse lumineuse d'une source élémentaire 112 ne se limite pas au pixel projeté correspondant $R(112)$, mais elle s'étend sur un voisinage de pixels $V(112)$ projetés. Le voisinage peut par exemple être délimité par une valeur seuil : seuls les pixels ayant au moins une luminosité qui correspond à la valeur seuil font partie du voisinage. La réponse lumineuse $R(112)$, $V(112)$ détermine ainsi une zone spatiale impactée par la lumière émise par la source lumineuse élémentaire 112. La mesure de la réponse lumineuse ainsi que le calcul du premier histogramme $H(112)$ peuvent par exemple être réalisés au préalable lors du montage de l'unité d'éclairage. Ceci correspond à l'étape a) du procédé. Les données du premier histogramme sont de préférence enregistrées dans un élément de mémoire auquel l'unité de calcul a un accès en lecture.

[0044] Lors d'une deuxième étape notée b), l'unité de calcul détermine selon le même principe un deuxième histogramme $H(12)$, celui-ci étant associé à la consigne d'intensité lumineuse élémentaire 12. Cet histogramme indique les fréquences de valeurs de consignes lumineuses élémentaires sur une zone de valeurs 12, $V(12)$ qui correspond spatialement aux pixels impactés par la réponse lumineuse de la source lumineuse élémentaire 112. Cette zone de consignes élémentaires 12, $V(12)$ est donc apparentée à la zone de projection $R(112)$, $V(112)$ et les deux zones comportent le même nombre de consignes et de pixels respectivement. Si cela n'est pas le case, les données des deux histogrammes correspondants peuvent être normalisés avant d'effectuer l'étape suivante.

[0045] Lors d'une troisième étape c), on procède à la mise en correspondance des valeurs du deuxième histogramme $H(12)$ avec les valeurs du premier histogramme. Cette

technique connue sous le nom anglophone « histogram matching » est en soi bien connue. L'unité de calcul 130 génère une première, $C(112)$, et une deuxième fonction de distribution cumulative $C(12)$, illustrées de manière schématisée par la [fig.2]. La première fonction de distribution cumulative $C(112)$ est générée à partir des données du premier histogramme $H(112)$, au besoin par extrapolation des valeurs de l'histogramme, alors que la deuxième fonction de distribution cumulative $C(12)$ est générée à partir des données du deuxième histogramme $H(12)$. Chaque valeur de consigne élémentaire de la zone 12, $V(12)$ considérée est remplacée/ajustée une-à-une de la manière suivante : une consigne élémentaire donnée ayant une probabilité indiquée par la deuxième fonction de distribution cumulative $C(12)$ est remplacée par une valeur d'intensité ayant la même probabilité indiquée par la première fonction de distribution cumulative $C(112)$. Il en résulte des consignes ajustées apparentées à la zone de consignes élémentaires 12, $V(12)$, dont l'histogramme a désormais une allure similaire à celle du premier histogramme $H(112)$. L'unité de calcul 130 génère ensuite la moyenne arithmétique de toutes les valeurs 12, $V(12)$ adaptées, et il en résulte une valeur de consigne lumineuse élémentaire adaptée 12'. Les étapes décrites sont répétées pour chaque consigne élémentaire 12, afin de générer l'ensemble de consignes élémentaires adaptées 10'. L'ensemble des consignes ainsi adaptées 10' est ensuite relayé à l'unité d'éclairage 100 afin de commander la source lumineuse matricielle 110 en accord avec ces consignes adaptées. Le résultat en est une projection $R(10)$ qui se rapproche de la consigne 10 désirée.

[0046] Typiquement, chaque consigne élémentaire adaptée 12' est convertie en un rapport cyclique d'un signal de commande de type PWM, appliqué à un convertisseur de courant électrique.

[0047] La [fig.3] montre de manière schématisée un dispositif d'éclairage 20 conforme à un mode de réalisation préférentiel de l'invention. Il comprend une unité d'éclairage numérique 100 ayant une source lumineuse matricielle composée de sources lumineuses élémentaires ainsi qu'un système optique. Une unité de réception de données 140 est apte à recevoir une consigne d'éclairage 10, par exemple sous la forme d'une image numérique sur un bus de données d'un véhicule automobile. Typiquement la consigne est en provenance d'un module de commande central du véhicule. Le dispositif comprend un élément microcontrôleur 130 configuré pour adapter chaque consigne d'éclairage reçue 10 en accord avec le procédé qui vient d'être décrit. Le dispositif comprend en outre une unité de commande 150 destinée à commander l'unité d'éclairage 100 en accord avec les valeurs de consigne adaptées 10'. Pour ce faire, le rapport cyclique d'un signal de commande à modulation de largeur d'impulsion est de préférence adapté de manière à refléter les valeurs de consignes adaptées 10' en accord avec le procédé qui vient d'être décrit.

[0048] 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.

[0049] L'étendue de la protection est déterminée par les revendications.

Revendications

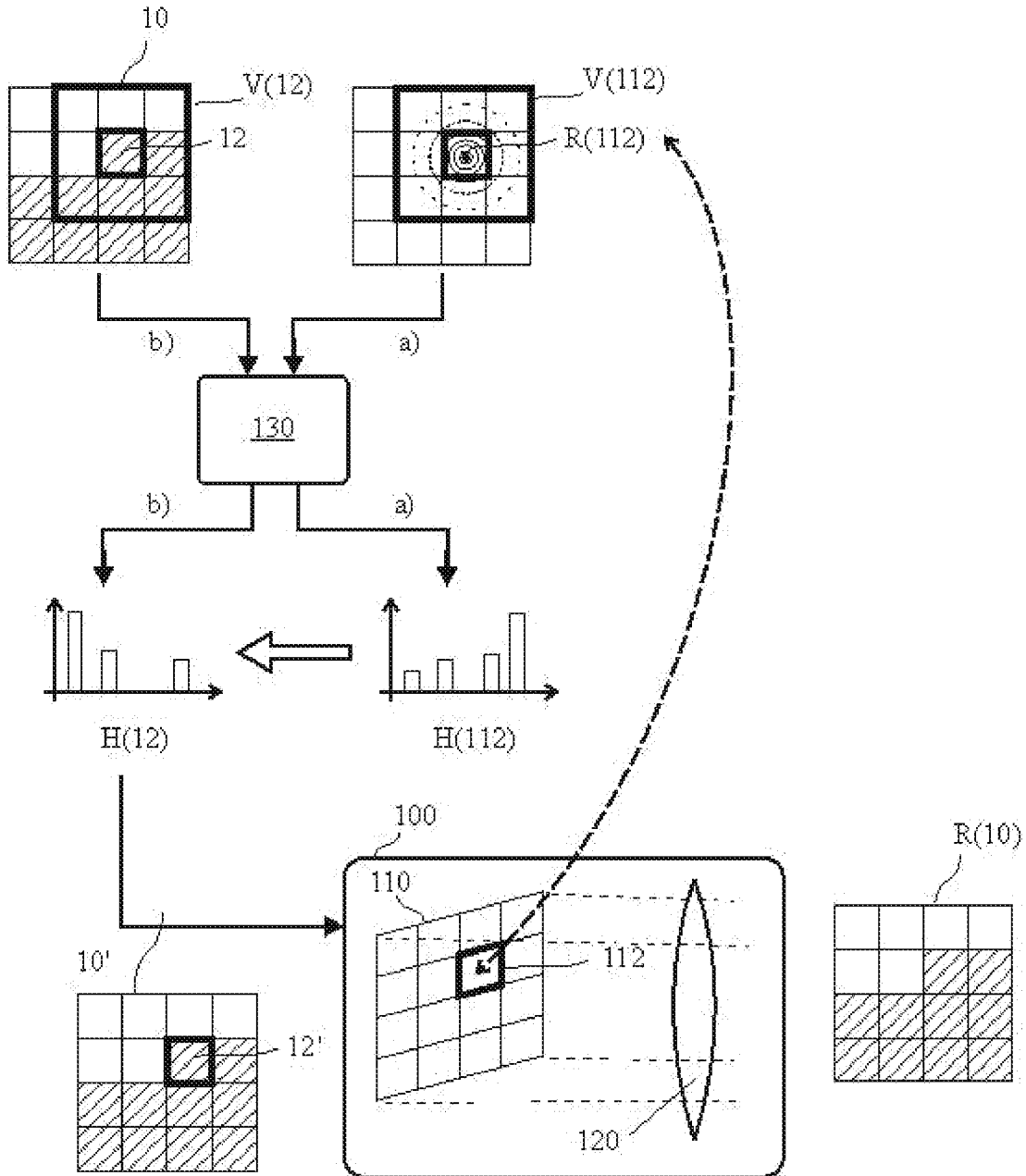
- [Revendication 1] Procédé d'adaptation d'une consigne numérique d'éclairage (10) destinée à être projetée par une unité d'éclairage numérique (100) d'un véhicule automobile comprenant une source lumineuse matricielle (110) et un système optique (120), la consigne numérique d'éclairage (10) comprenant une consigne d'intensité lumineuse élémentaire (12) pour chaque source lumineuse élémentaire (112) de la source lumineuse matricielle, caractérisé en ce que le procédé comprend pour chaque consigne élémentaire (12) :
- a. une étape de détermination, moyennant une unité de calcul (130), d'un premier histogramme de luminosité $H(112)$ associé à la source lumineuse élémentaire correspondante (112), l'histogramme indiquant les fréquences de valeurs d'intensités lumineuses présentes dans la réponse lumineuse de ladite source lumineuse élémentaire (112), la réponse lumineuse couvrant le pixel projeté correspondant $R(112)$ ainsi qu'un voisinage spatial $V(112)$ du pixel projeté $R(112)$;
 - b. une étape de détermination, moyennant une unité de calcul (130), d'un deuxième histogramme de luminosité $H(12)$ associé à la consigne élémentaire (12), l'histogramme indiquant les fréquences de valeurs de consignes lumineuses élémentaires sur une zone de valeurs comprenant la consigne élémentaire (12) ainsi qu'un voisinage $V(12)$ de consignes élémentaires correspondant audit voisinage spatial $V(112)$ du pixel projeté $R(112)$;
 - c. une étape d'adaptation de la consigne élémentaire (12) moyennant une unité de calcul (130), avant de relayer la consigne élémentaire adaptée (12'), calculée comme étant la moyenne arithmétique des valeurs de ladite zone (12, $V(12)$) ajustées par mise en correspondance du deuxième histogramme $H(12)$ au premier histogramme $H(112)$, à l'unité d'éclairage.
- [Revendication 2] Procédé selon la revendication précédente caractérisé en ce que, la réponse lumineuse $R(112)$, $V(112)$ est obtenue à luminosité maximale de la source lumineuse élémentaire correspondante (112).

- [Revendication 3] Procédé selon une des revendications précédentes, caractérisé en ce que la consigne élémentaire adaptée est convertie en un paramètre d'un signal électrique à appliquer à la source lumineuse élémentaire (112) afin de réaliser ladite consigne d'intensité lumineuse élémentaire adaptée (12').
- [Revendication 4] Procédé selon une des revendications précédentes, caractérisé en ce que ledit signal électrique est un signal électrique modulé en largeur d'impulsion, ledit paramètre étant le rapport cyclique de ce signal électrique.
- [Revendication 5] Procédé selon une des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'il comprend une étape préliminaire de mesure, pour chaque source lumineuse élémentaire, de la réponse lumineuse $R(112)$, $V(112)$ projetée par la source lumineuse élémentaire correspondante (112).
- [Revendication 6] Procédé selon une des revendications précédentes, caractérisé en ce que ladite réponse lumineuse pour chaque source lumineuse élémentaire est stockée dans un élément de mémoire sous forme d'une matrice de distribution, la matrice comprenant la contribution numérisée du faisceau lumineux généré par ladite source lumineuse élémentaire (112) sur l'intensité lumineuse du pixel projeté correspondant $R(112)$ comme élément central, la matrice comprenant en outre la contribution numérisée du faisceau lumineux généré par ladite source lumineuse élémentaire (112) sur l'intensité des pixels projetés qui font partie d'un voisinage spatial prédéterminé $V(112)$ dudit pixel projeté $R(112)$ comme éléments périphériques, chaque élément de la matrice correspondant ainsi à un pixel projeté.
- [Revendication 7] Procédé selon une des revendications précédentes, caractérisé en ce que l'étape d'adaptation comprend le calcul d'une première et d'une deuxième fonction de distribution cumulative à partir du premier histogramme $H(112)$ et du deuxième histogramme $H(12)$ respectivement.
- [Revendication 8] Procédé selon la revendication précédente, caractérisé en ce que l'ajustement des valeurs de ladite zone (12, $V(12)$) comprend le remplacement d'une consigne élémentaire donnée ayant une probabilité indiquée par la deuxième fonction de distribution cumulative, par une valeur d'intensité ayant la même probabilité indiquée par la première fonction de distribution cumulative.
- [Revendication 9] Procédé selon une des revendications précédentes, caractérisé en ce que la consigne d'éclairage correspond à une image numérique ayant une résolution au moins égale à la résolution de projection du dispositif

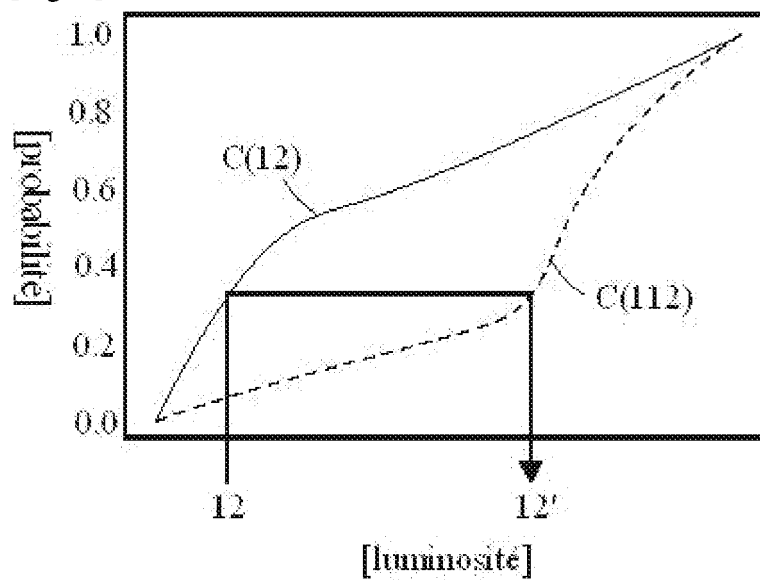
d'éclairage.

- [Revendication 10] Dispositif d'éclairage (20) pour un véhicule automobile comprenant une unité d'éclairage numérique (100) ayant une source lumineuse matricielle (110) composée de sources lumineuses élémentaires (112) ainsi qu'un système optique (120), le dispositif (20) comprenant en outre une unité de réception de données (140) destinée à recevoir une consigne d'éclairage (10), caractérisé en ce que le dispositif comprend une unité de calcul (130) configurée pour adapter une consigne d'éclairage reçue (10) en accord avec le procédé selon une des revendications 1 à 9, le dispositif comprenant en outre une unité de commande (150) destinée à commander l'unité d'éclairage (100) moyennant des signaux électrique paramétrés en accord avec les valeurs de consignes adaptées (10').
- [Revendication 11] 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 9.
- [Revendication 12] Support de stockage non transitoire lisible par ordinateur, ledit support stockant un programme d'ordinateur selon la revendication 11.

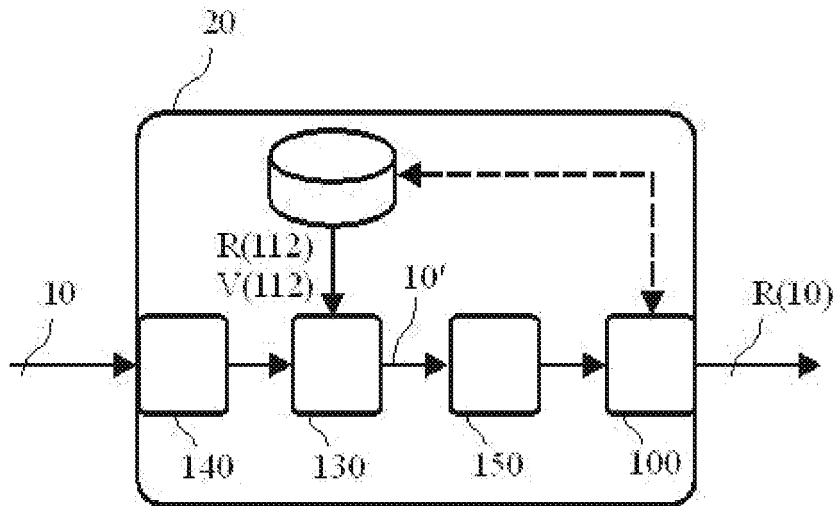
[Fig. 1]



[Fig. 2]



[Fig. 3]



**RAPPORT DE RECHERCHE
 PRÉLIMINAIRE**

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

 N° d'enregistrement
 national

 FA 882066
 FR 1911046

DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS		Revendication(s) concernée(s)	Classement attribué à l'invention par l'INPI
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes		
A	US 2017/294418 A1 (EDMOND JOHN [US] ET AL) 12 octobre 2017 (2017-10-12) * alinéa [0243] - alinéa [0247] * * alinéa [0002] * * alinéa [0007] * * alinéa [0019] * * alinéa [0017] * * alinéa [0199] * * alinéa [0252] * * alinéa [0258] * -----	1-12	F21S41/153 F21S41/65 H05B45/10
A	US 2019/203907 A1 (LEFAUDEUX NICOLAS [FR] ET AL) 4 juillet 2019 (2019-07-04) * alinéa [0006] * * alinéa [0032] * * alinéa [0039] * * alinéa [0060] * * alinéa [0065] * * alinéa [0066] * -----	1-12	
A	US 2017/257607 A1 (KIAMILEV FOUAD [DE] ET AL) 7 septembre 2017 (2017-09-07) * alinéa [0029] - alinéa [0031] * * alinéa [0037] - alinéa [0047] * -----	1-12	DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (IPC) H04N
A	US 2019/197934 A1 (EL IDRISSE HAFID [FR] ET AL) 27 juin 2019 (2019-06-27) * alinéa [0002] * * alinéa [0030] - alinéa [0033] * -----	1-12	
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
29 septembre 2020		Lim, Johan	
CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire		T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure. D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant	

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET FRANÇAIS NO. FR 1911046 FA 882066**

La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche préliminaire visé ci-dessus.
Les dits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du **29-09-2020**
Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets, ni de l'Administration française

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 2017294418 A1	12-10-2017	CN 109643724 A	16-04-2019
		EP 3443593 A2	20-02-2019
		JP 2019514217 A	30-05-2019
		KR 20190006176 A	17-01-2019
		TW 201801284 A	01-01-2018
		TW 201937680 A	16-09-2019
		US 2017294417 A1	12-10-2017
		US 2017294418 A1	12-10-2017
		US 2019273070 A1	05-09-2019
		WO 2017180393 A2	19-10-2017
US 2019203907 A1	04-07-2019	CN 109716016 A	03-05-2019
		EP 3513119 A1	24-07-2019
		US 2019203907 A1	04-07-2019
		WO 2018050337 A1	22-03-2018
US 2017257607 A1	07-09-2017	AUCUN	
US 2019197934 A1	27-06-2019	CN 109958957 A	02-07-2019
		EP 3501895 A1	26-06-2019
		FR 3075921 A1	28-06-2019
		US 2019197934 A1	27-06-2019