



(11)

EP 4 287 778 A1

(12)

DEMANDE DE BREVET EUROPEEN

(43) Date de publication:
06.12.2023 Bulletin 2023/49

(51) Classification Internationale des Brevets (IPC):
H05B 45/22 (2020.01)

(21) Numéro de dépôt: **23176285.7**

(52) Classification Coopérative des Brevets (CPC):
H05B 45/20; H05B 45/22; H05B 47/195

(22) Date de dépôt: **31.05.2023**

(84) Etats contractants désignés:
**AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB
GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC ME MK MT NL
NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR**
Etats d'extension désignés:
BA
Etats de validation désignés:
KH MA MD TN

(71) Demandeur: **Orange**
92130 Issy-les-Moulineaux (FR)

(72) Inventeurs:
• **CUMIN, Julien**
92326 Châtillon Cedex (FR)
• **L'HEREEC, Kevin**
92326 92326 Châtillon Cedex (FR)

(30) Priorité: **02.06.2022 FR 2205336**

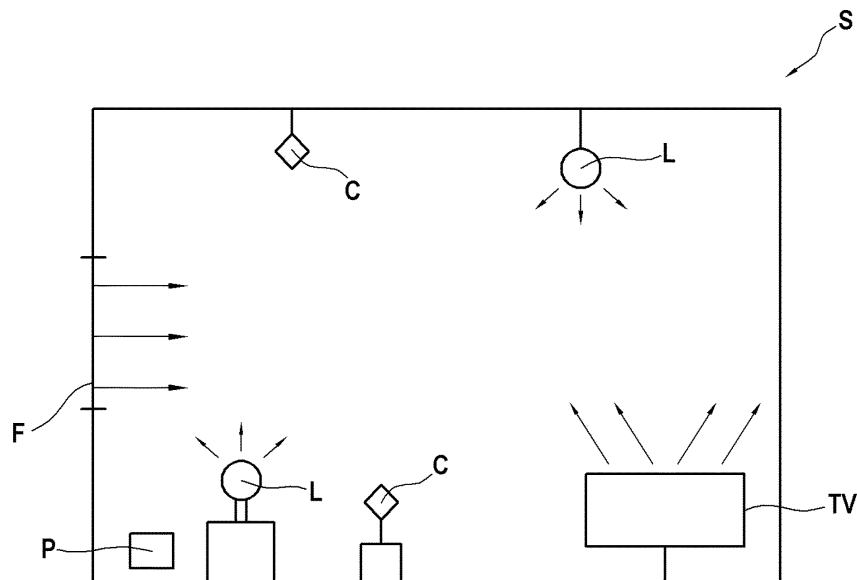
(74) Mandataire: **Cabinet Beau de Loménie**
158, rue de l'Université
75340 Paris Cedex 07 (FR)

(54) **SYSTÈME DE CONTRÔLE D'ÉCLAIRAGE, PROCÉDÉ ET DISPOSITIF DE PILOTAGE D'AU MOINS UNE SOURCE LUMINEUSE**

(57) Ce procédé de pilotage d'au moins une source lumineuse pilotable (L) est mis en oeuvre par un dispositif de pilotage (P). Il comporte des étapes de :
- réception (P40), en provenance d'au moins un capteur de luminosité (C), d'un message (*msg*) comportant des informations (*r, g, b*) représentatives d'une couleur d'une lumière captée par ledit au moins un capteur ;
- vérification (P60) si la couleur de la lumière captée par ledit au moins capteur de luminosité (C) est dans une plage (*P_{COL}*) de couleurs de préférence associée audit

au moins un capteur (C) ; et lorsque ce n'est pas le cas :
- envoi (P70) à au moins une source lumineuse pilotable (L), d'au moins une commande de pilotage (*comm(r_Q, g_Q, b_Q)*) comportant des paramètres (*r_Q, g_Q, b_Q*) de couleur pour modifier une couleur émise par ladite source lumineuse selon lesdits paramètres (*r_Q, g_Q, b_Q*) de sorte à ce que la lumière détectée par ledit au moins un capteur de luminosité (C) soit comprise ou se rapproche de la plage de couleurs de préférence associée à ce capteur de luminosité (C).

[Fig.1]



Description

Arrière-plan de l'invention

- 5 **[0001]** La présente invention se rapporte au domaine du contrôle de l'éclairage, en particulier mais de façon, non limitative dans un environnement domestique.
- [0002]** L'usage des ampoules pilotables à distance s'est largement répandu au cours des dernières années et permet notamment :
- 10 - l'allumage ou l'extinction automatique d'une ampoule en fonction de la détection d'une présence dans une pièce ;
- l'ajustement par l'utilisateur de la lumière émise par une ampoule dans un spectre de couleurs, par exemple 16 millions de couleurs différentes.
- [0003]** Des systèmes permettent également l'ajustement d'une lumière diffusée par une ampoule ou par un écran de
- 15 téléphone intelligent en fonction de l'heure de la journée et ou de la géolocalisation.
- [0004]** Mais ces solutions ne permettent pas de contrôler la lumière réellement perçue par l'utilisateur.
- [0005]** Il a pourtant été démontré que celle-ci était d'un impact important sur la physiologie humaine, notamment dans les études :
- 20 [1] A.J. Metz, S.D. Klein, F. Scholkmann, et al. Continuous coloured light altered human brain haemodynamics and oxygénation assessed by systemic physiology augmented functional near-infrared spectroscopy. In Nature Scientific Reports 7, 2017.
- [2] G. Hoffmann, V. Gufler, A. Griesmacher, C. Bartenbach, M. Canazei, S. Staggl, W. Schobersberger. Effects of
- 25 variable lighting intensities and colour temperatures on sulphatoxymelatonin and subjective mood in an experimental office workplace. In Applied Ergonomics, vol. 39 issue 6, 2008.
- [0006]** L'invention vise à améliorer les solutions existantes.

Objet et résumé de l'invention

- 30 **[0007]** Ainsi, et selon un premier aspect, l'invention concerne un procédé de pilotage d'au moins une source lumineuse pilotable mis en oeuvre par un dispositif de pilotage, ledit procédé comportant des étapes de :
- 35 - réception, en provenance d'au moins un capteur de luminosité, d'un message comportant des informations représentatives d'une couleur d'une lumière captée par ledit au moins un capteur ;
- vérification si la couleur de la lumière captée par ledit au moins capteur de luminosité est dans une plage de couleurs de préférence associée audit au moins un capteur ; et lorsque ce n'est pas le cas :
- 40 - envoi à au moins une source lumineuse pilotable, d'au moins une commande de pilotage comportant des paramètres de couleur pour modifier une couleur émise par ladite au moins une source lumineuse selon lesdits paramètres de sorte à ce que la lumière détectée par ledit au moins un capteur de luminosité soit comprise ou se rapproche de la
- 45 - plage de couleurs de préférence associée à ce capteur de luminosité.
- [0008]** Corrélativement, l'invention concerne également un dispositif de pilotage comportant :
- 45 - un module de communication configuré pour recevoir, en provenance d'au moins un capteur de luminosité, un message comportant des informations représentatives d'une couleur d'une lumière captée par ledit au moins un capteur ;
- un contrôleur configuré pour vérifier si la couleur de la lumière captée par ledit au moins capteur de luminosité est dans une plage de couleurs de préférence associée audit au moins un capteur ; et lorsque ce n'est pas le cas pour
- 50 contrôler ledit module de communication pour qu'il envoie à au moins une source lumineuse pilotable, au moins une commande de pilotage comportant des paramètres de couleur pour modifier une couleur émise par ladite au moins une source lumineuse selon lesdits paramètres de sorte à ce que la lumière détectée par ledit au moins un capteur de luminosité soit comprise ou se rapproche de la plage de couleurs de préférence associée à ce capteur de luminosité.
- 55 **[0009]** L'invention concerne également un système de contrôle d'éclairage comportant au moins un dispositif de pilotage tel que mentionné ci-dessus, au moins un capteur de luminosité et au moins une source lumineuse pilotable.
- [0010]** Dans ce document, on appellera :

- « source lumineuse pilotable », une source lumineuse configurée pour pouvoir recevoir une commande et pour émettre une couleur définie par cette commande ;
- « dispositif de pilotage », tout dispositif configuré pour pouvoir envoyer une commande à une source lumineuse pilotable pour modifier la couleur émise par cette source lumineuse ; et
- « capteur de luminosité », tout capteur de luminosité configuré pour capter les couleurs de la lumière qu'il reçoit ;
- « plage de couleurs de préférence associée à un capteur », une plage de couleurs dans laquelle on souhaite que se trouve la couleur de la lumière captée par ce capteur.

[0011] Les modes de réalisation et avantages particuliers du procédé de pilotage présentés ci-après s'appliquent de la même façon au dispositif de pilotage et au système de contrôle d'éclairage.

[0012] Ainsi, et d'une façon générale, l'invention peut être mise en oeuvre dans une pièce pour ajuster la lumière émise par une ou plusieurs sources de lumière pour que la couleur de la lumière captée par des capteurs installés à différents endroits soit conforme à ou tende vers une plage de couleurs de préférence associée à chacun de ces capteurs.

[0013] L'invention permet un ajustement dynamique de sorte à contrebalancer des variations de lumière qui peuvent se produire dans l'environnement du système de contrôle d'éclairage. Par exemple, lorsque le système est mis en oeuvre dans une pièce, le procédé de pilotage peut faire varier la couleur de la lumière émise par une ou plusieurs sources de lumière lorsque la lumière varie dans la pièce (ouverture ou fermeture d'un rideau ou d'un volet, changement météorologique, éclairage diffusé par une télévision,...).

[0014] Avantageusement, les capteurs peuvent être placés dans différents endroits et associés à des plages de préférence de couleurs différentes. Par exemple dans un salon comportant un coin cuisine et un coin lecture, un capteur installé dans le coin cuisine peut être associé à une plage de couleur relativement froide et un capteur installé dans le coin lecture peut être associé à une plage de couleur relativement chaude. Bien entendu, les capteurs placés dans des différents endroits peuvent être associés à des plages de couleurs de préférence identiques.

[0015] Dans un mode de réalisation, les paramètres de la commande de pilotage sont déterminés par une descente de gradient.

[0016] Ce mode de réalisation de l'invention permet de faire évoluer progressivement l'éclairage des sources lumineuses pilotables vers leurs plages de couleurs de préférence.

[0017] Pour la mise en oeuvre de l'invention, les capteurs peuvent produire des informations de couleur selon un format quelconque et les paramètres des couleurs envoyés aux sources de lumière pour les piloter peuvent être dans un format quelconque. Ces formats peuvent être identiques ou différents.

[0018] Dans un mode de réalisation de l'invention, ce format est identique et conforme au format RGB. Ainsi :

- les messages reçus des capteurs de luminosité comportent les composantes rouge, verte et bleue des couleurs captées par ces capteurs ; et
- les commandes de pilotage envoyées aux sources lumineuses comportent les composantes rouge, verte et bleue des couleurs à émettre par ces sources.

[0019] Dans un mode de réalisation, les informations reçues représentatives de la couleur captée par ledit au moins un capteur de luminosité sont selon un premier format, et le procédé de pilotage comporte en outre une étape de conversion desdites informations dans un deuxième format de couleur, ladite descente de gradient étant mise en oeuvre dans un espace de couleur conforme à ce deuxième format de couleur.

[0020] Par exemple, dans un mode de réalisation, lesdites informations représentatives d'une couleur captée par ledit au moins un capteur de luminosité sont au format RGB et converties au format HSV.

[0021] En effet, il a été avantageusement déterminé par les inventeurs que le format HSV permettait une représentation spatiale des couleurs plus adaptée à la mise en oeuvre de la descente de gradient que le format RGB.

[0022] Dans un mode de réalisation, le procédé de pilotage comporte, sur réception d'un signal d'activation en provenance d'une dite source lumineuse pilotable, l'envoi à cette source lumineuse pilotable d'une commande de pilotage pour que celle-ci émette une lumière avec une couleur par défaut, par exemple un blanc à 6000K. Ce mode de réalisation permet d'initialiser les sources lumineuses pilotables avec une lumière neutre avant que celle-ci ne soit ajustée dynamiquement conformément aux plages de couleurs de préférence.

[0023] Dans un mode de réalisation, ladite étape de vérification prend en compte une moyenne de la couleur de la lumière captée par ledit au moins capteur de luminosité sur une période de temps, par exemple sur une minute. Ce mode de réalisation évite d'ajuster la lumière émise par les sources lumineuses pilotables trop fréquemment, par exemple en réaction à un flash de lumière produit par un écran de télévision.

[0024] Dans un mode de réalisation, le procédé de pilotage comporte une étape d'émission d'une alarme si une puissance de la lumière reçue par ledit au moins un capteur est inférieure à un seuil. Ce mode de réalisation permet d'informer un utilisateur qu'un capteur de lumière est obstrué par un obstacle par exemple.

[0025] Dans un mode particulier de réalisation, les différentes étapes du procédé de pilotage sont déterminées par

des instructions de programmes d'ordinateurs ou sont implémentées par une puce en silicium qui comprend des transistors adaptés pour constituer des portes logiques d'une logique câblée non programmable.

[0026] En conséquence, l'invention vise aussi un programme d'ordinateur sur un support d'informations, ce programme étant susceptible d'être mis en oeuvre dans un ordinateur contrôleur, ce programme comportant des instructions adaptées à la mise en oeuvre des étapes d'un procédé de pilotage tel que décrit ci-dessus.

[0027] Ce programme peut utiliser n'importe quel langage de programmation, et être sous la forme de code source, code objet, ou de code intermédiaire entre code source et code objet, tel que dans une forme partiellement compilée, ou dans n'importe quelle autre forme souhaitable.

[0028] L'invention vise aussi un support d'informations lisible par un ordinateur, et comportant des instructions d'un programme d'ordinateur tel que mentionné ci-dessus. Le support d'informations peut être n'importe quelle entité ou dispositif capable de stocker le programme. Par exemple, le support peut comporter un moyen de stockage, tel qu'une ROM, une mémoire non volatile de type flash ou encore un moyen d'enregistrement magnétique, par exemple un disque dur. D'autre part, le support d'informations peut être un support transmissible tel qu'un signal électrique ou optique, qui peut être acheminé via un câble électrique ou optique, par radio ou par d'autres moyens. Le programme selon l'invention peut être en particulier téléchargé sur un réseau de type Internet. Alternativement, le support d'informations peut être un circuit intégré dans lequel le programme est incorporé, le circuit étant adapté pour exécuter ou pour être utilisé dans l'exécution du procédé en question.

Brève description des dessins :

[0029] D'autres caractéristiques et avantages de la présente invention ressortiront de la description faite ci-dessous, en référence aux dessins annexés qui en illustrent des exemples de réalisation dépourvus de tout caractère limitatif. Sur les figures :

[Fig. 1] La figure 1 représente un système de contrôle d'éclairage conforme à un mode particulier de réalisation de l'invention;

[Fig. 2] La figure 2 représente, sous forme d'ordinogramme, des étapes d'un procédé de contrôle d'éclairage conforme à l'invention;

[Fig. 3] La figure 3 représente un point dans un espace de couleurs correspondant au format HSV;

[Fig. 4] La figure 4 illustre notamment une zone représentative d'une plage de couleurs de préférence associée à un capteur de luminosité;

[Fig. 5] La figure 5 illustre un changement de la couleur de la lumière détectée par un capteur de luminosité;

[Fig. 6] La figure 6 illustre une descente de gradient pouvant être mise en oeuvre dans un mode particulier de réalisation;

[Fig. 7] La figure 7 représente une source lumineuse pilotable ;

[Fig. 8] La figure 8 représente un capteur de luminosité ;

[Fig. 9] La figure 9 représente un dispositif de pilotage ; et

[Fig. 10] La figure 10 représente une architecture matérielle d'un ordinateur.

[0030] L'Annexe 1 détaille une méthode pour convertir une couleur au format RGB, dans une couleur au format HSV.

[0031] L'Annexe 2 détaille une méthode pour convertir une couleur au format HSV dans une couleur au format RGB.

Description des modes de réalisation

[0032] La figure 1 représente un système S de contrôle d'éclairage conforme à un mode particulier de mise en oeuvre de l'invention, ce système S comportant N_C capteurs C de luminosité ($N_C \geq 1$), N_L sources lumineuses pilotables L , ($N_L \geq 1$), et au moins un dispositif de pilotage P . Dans cet exemple, le système S est placé dans une pièce qui comporte, en plus des sources lumineuses pilotables, une première source de lumière constituée par une fenêtre F et une deuxième source de lumière constituée par une télévision TV .

[0033] La figure 2 représente les principales étapes mises en oeuvre par les différents éléments dans L , C , P du système S dans un mode particulier de réalisation de l'invention.

[0034] Dans le mode de réalisation décrit ici, lorsqu'une source lumineuse pilotable L est allumée, par exemple au moyen d'un interrupteur ou d'une télécommande, elle envoie, au cours d'une étape L10, un signal d'activation SIG_{ON} . Ce signal d'activation SIG_{ON} est reçu par le dispositif de pilotage P au cours d'une étape P10.

[0035] Dans le mode de réalisation décrit ici, lorsque le dispositif de pilotage P reçoit un signal d'activation SIG_{ON} en provenance d'une source lumineuse pilotable L , il envoie à cette source lumineuse pilotable L , au cours d'une étape P20, une commande $comm(DEF)$ pour que celle-ci émette une lumière avec une couleur par défaut, par exemple un blanc de 6000 K (Kelvins). Cette commande est reçue par la source lumineuse pilotable L au cours d'une étape L20.

[0036] Dans le mode de réalisation décrit ici, au cours d'une étape C30 mise en oeuvre de façon itérative, par exemple toutes les minutes, au moins un capteur de luminosité C capte une lumière et mesure des informations représentatives de la couleur de cette lumière.

[0037] Dans le mode de réalisation décrit ici, les capteurs de luminosité C sont des capteurs RGB configurés pour mesurer les composantes rouge, verte et bleue de la lumière qu'ils détectent.

[0038] Dans le mode de réalisation décrit ici, un capteur de luminosité C envoie, au cours d'une étape C40, un message $msg(r,g,b)$ comportant les composantes rouge, verte et bleue de la lumière détectée par ce capteur au dispositif de pilotage P . Ce message $msg(r,g,b)$ est reçu par le dispositif de pilotage P au cours d'une étape P40.

[0039] Dans le mode de réalisation décrit ici, le message msg comporte en outre une puissance W de la lumière reçue par le capteur de luminosité C et si cette puissance est inférieure à un seuil TH , le dispositif de pilotage P émet une alarme (étape P100).

[0040] Dans le mode de réalisation décrit ici, lorsque le dispositif de pilotage P reçoit un message comportant des composantes rouge, verte et bleue de la couleur de la lumière (premier format au sens de l'invention), il convertit, au cours d'une étape P50, ces composantes dans un autre format de couleurs (deuxième format au sens de l'invention).

[0041] Cette conversion est optionnelle. Elle est notamment avantageuse lorsque le deuxième format de couleurs permet une représentation spatiale des couleurs plus adaptée à la mise en oeuvre de la descente de gradient que le premier format de couleurs.

[0042] En premier lieu, le format HSV permet de séparer l'information de couleur et l'information de luminosité : contrairement au format RGB, le format HSV permet de traiter de manière indépendante l'information de couleur (Hue, Saturation) et l'information de luminosité (Value).

[0043] Ainsi, exploiter le format HSV pour mettre en oeuvre une descente de gradient dans un plan de chromaticité (i.e. un plan hue-saturation) est particulièrement adapté au contrôle de la couleur d'une source lumineuse. Lors de la descente de gradient dans un tel plan de chromaticité (hue-saturation), seule la couleur émise par la source lumineuse sera modifiée et la luminosité reste inchangée.

[0044] Par ailleurs, le format HSV est basé sur la perception des couleurs par l'oeil humain : il est directement basé sur la perception des couleurs par l'œil humain, ce qui n'est pas le cas du format RGB.

[0045] Supposons deux couleurs définies dans le format HSV et représentées par deux points $P1$ et $P2$ dans un plan de chromaticité. Dans ce cas, l'oeil humain percevra de la même façon :

- la superposition de deux sources lumineuses de couleurs respectives $P1$ et $P2$, et
- une unique source lumineuse de couleur correspondant à la moyenne (i.e. le barycentre) de $P1$ et $P2$.

[0046] À l'inverse, cette propriété n'est pas respectée pour deux couleurs définies dans le format RGB. L'utilisation du format HSV lors d'une transition entre deux couleurs données est adaptée à la perception des couleurs par l'oeil humain : au cours d'une telle transition, un utilisateur perçoit moins de variations de couleurs si le format HSV que si le format RGB est utilisé.

[0047] Dans le mode de réalisation décrit ici, les composantes rouge, verte et bleue de la couleur de la lumière sont converties en composantes (h,s,v) du format HSV (hue-saturation-value, teinte-saturation-luminance en français) selon une méthode détaillée ci-après à l'Annexe 1.

[0048] La figure 3 représente sous la forme d'une croix, un point dans un espace de couleurs correspondant au format HSV.

[0049] Dans un tel espace de couleurs, et de façon connue, les teintes pures sont représentées sur le bord de l'espace. Pour une même teinte de couleur, la saturation (représentant la distance au blanc) est plus faible dès lors que l'on se rapproche de l'extérieur de l'espace.

[0050] Lorsque le système S de contrôle d'éclairage comporte plusieurs capteurs de luminosité L , le dispositif de pilotage P reçoit potentiellement de chacun de ces capteurs un message comportant les composantes rouge, verte et bleue de la couleur de la lumière captée par ce capteur. Il obtient, par conversion, les composantes de chacune de ces couleurs au format HSV.

[0051] Dans le mode de réalisation décrit ici, au cours d'une étape P60, le dispositif de pilotage P vérifie si la couleur de la lumière captée par un capteur de luminosité C est dans une plage P_{COL} de couleurs de préférence associée à ce capteur C .

[0052] A cet effet, dans le mode de réalisation décrit ici, le dispositif de pilotage P comporte une base de données BD_P dans laquelle une plage de couleurs de préférence est associée à chaque capteur de luminosité C .

[0053] Dans un mode de réalisation, la plage de couleurs de préférence associée à un capteur peut être fonction de paramètres variables, par exemple de l'heure, de la période de l'année, d'un utilisateur détecté à proximité du capteur, d'un contexte d'utilisation (application domestique, espace de travail, ...).

[0054] La figure 4 illustre, dans un espace de couleurs correspondant au format HSV, pour un système S comportant un capteur de luminosité $C1$ et deux sources lumineuses pilotables $L1$ et $L2$:

- un point L1 représentant la couleur de la lumière émise par la source lumineuse pilotable L1 ;
- un point L2 représentant la couleur de la lumière émise par la source lumineuse pilotable L2 ;
- un point C1 représentant la couleur de la lumière détectée par le capteur de luminosité C1 ; et
- une zone Z représentative de la plage P_{COL} de couleurs de préférence associée au capteur de luminosité C1.

[0055] Dans l'exemple de la figure 4, la couleur de la lumière détectée par le capteur de luminosité C1 n'est pas comprise dans la plage de couleurs de préférence associée au capteur de luminosité C1, si bien que le résultat du test de l'étape P60 est négatif.

[0056] Dans un mode de réalisation de l'invention, au cours du test P60, le dispositif de pilotage P ne considère pas la couleur de la lumière captée instantanément par un capteur de luminosité mais une moyenne la couleur de la lumière captée sur une période de temps.

[0057] Dans le mode de réalisation décrit ici, lorsque le dispositif de pilotage P détermine que la couleur de la lumière détectée par au moins un capteur de luminosité C n'est pas comprise dans la plage de couleurs de préférence associée à ce capteur de luminosité C (résultat du test de l'étape P60 négatif), au cours d'une étape P70 détaillée ci-dessous, le dispositif de pilotage P envoie au moins une commande $comm(r_Q, g_Q, b_Q)$ à au moins une source lumineuse pilotable L pour modifier la couleur émise par cette source lumineuse de sorte à ce que la lumière détectée par ce capteur de luminosité (C) soit comprise ou se rapproche de la plage de couleurs de préférence associée à ce capteur de luminosité (C).

[0058] Sur la base de l'exemple de la figure 4, la figure 5 illustre les modifications des couleurs émises par les sources lumineuses pilotable L1 et L2, l'impact sur la couleur de la lumière détectée par le capteur de luminosité C1, et le fait que cette couleur est alors comprise dans la plage P_{COL} de couleurs de préférence associée au capteur de luminosité C1. Dans ces conditions, le résultat du test de l'étape P60 est positif.

[0059] En référence à la figure 6, on détaille ci-après, une descente de gradient permettant de mettre en oeuvre l'étape P70 mentionnée ci-dessus, dans un mode de réalisation. Cette descente de gradient permet de faire évoluer progressivement l'éclairage d'une source lumineuse pilotable pour que des capteurs de luminosité (deux dans l'exemple ci-après) détectent une lumière dont la couleur correspond aux plages de couleurs préférées associées à ce capteur.

[0060] On note, en reprenant les notations des Annexes 1 et 2 :

- r_S, g_S, b_S les composantes rouge, verte et bleue de la lumière émise par la source lumineuse et h_S, s_S, v_S les composantes HSV de cette lumière (obtenues par conversion selon l'Annexe 1)
- r_{1M}, g_{1M}, b_{1M} les composantes rouge, verte et bleue de la lumière (mesurée) captée par le capteur C1 et h_{1M}, s_{1M}, v_{1M} les composantes HSV de cette lumière (obtenues par conversion selon l'Annexe 1) ;
- h_{1T}, s_{1T}, v_{1T} les composantes HSV d'une lumière de la plage de préférence associée au capteur C1 (par exemple le barycentre de cette plage) et r_{1T}, g_{1T}, b_{1T} les composantes rouge, verte et bleue de cette lumière (obtenues par conversion selon la méthode exposée à l'Annexe 2) ;
- r_{2M}, g_{2M}, b_{2M} les composantes rouge, verte et bleue de la lumière (mesurée) captée par le capteur C2 et h_{2M}, s_{2M}, v_{2M} les composantes HSV de cette lumière (obtenues par conversion selon l'Annexe 1) ;
- h_{2T}, s_{2T}, v_{2T} les composantes HSV d'une lumière de la plage de préférence associée au capteur C2 (par exemple le barycentre de cette plage) et r_{2T}, g_{2T}, b_{2T} les composantes rouge, verte et bleue de cette lumière (obtenues par conversion selon la méthode exposée à l'Annexe 2).

[0061] Au cours d'une sous-étape P71, le dispositif de pilotage P calcule pour chaque capteur CX le vecteur $VX = (hX_T - hX_M, sX_T - sX_M, vX_T - vX_M)$.

[0062] Au cours d'une sous-étape P72, le dispositif de pilotage P somme les vecteurs VX pour obtenir un vecteur unique Z. Dans cet exemple, avec deux capteurs C1 et C2 :

$$Z = V1 + V2 = (h_{1T} + h_{2T} - h_{1M} - h_{2M}, s_{1T} + s_{2T} - s_{1M} - s_{2M}, v_{1T} + v_{2T} - v_{1M} - v_{2M})$$

[0063] Au cours d'une sous-étape P73, le dispositif de pilotage P détermine si la norme du vecteur Z est inférieure à un seuil ε , en dessous duquel on considère que l'algorithme a convergé vers un minimum local.

[0064] Si la norme du vecteur Z est supérieure ou égale au seuil ε , au cours d'une sous-étape P74, le dispositif de pilotage P calcule un point $Q = (h_Q, s_Q, v_Q) = (\mu \cdot Z + (h_S, s_S, v_S))$ obtenu par déplacement selon le sens et la direction du vecteur Z depuis le point (h_S, s_S, v_S) correspondant à l'émission de la source lumineuse où μ est un paramètre de contrôle de la vitesse d'évolution compris entre 0 et 1.

[0065] L'homme du métier comprendra que la convergence de l'algorithme ne peut être garantie étant donné que le niveau d'impact de la lumière émise par une source de lumière sur les valeurs captées par les capteurs n'est pas connu a priori, et que l'environnement autre que les sources de lumière pilotable a également un impact (éclairage naturel,

etc.). Par ailleurs, lorsque plusieurs capteurs sont utilisés, il peut être physiquement impossible de les satisfaire tous en même temps, même avec plusieurs sources. En revanche, pour des valeurs de μ , on peut garantir que cet algorithme ne diverge pas et on restera donc « autour » des plages de couleur de préférence, sans forcément pouvoir les atteindre à ε près.

[0066] Dans un mode de réalisation de l'invention, les sources lumineuses pilotables (L) sont configurées pour être pilotées par des commandes comportant des paramètres de couleurs au format RGB et au cours d'une sous étape P75, le dispositif de pilotage P convertit, selon la méthode exposée à l'Annexe 2, les coordonnées HSV de ce point Q en coordonnées rouge, verte et bleue (r_Q, g_Q, b_Q)

[0067] Au cours d'une sous-étape, P76, le dispositif de pilotage P envoie une commande $comm(r_Q, g_Q, b_Q)$ à la source lumineuse pilotable pour que celle-ci émette une lumière avec ces composantes rouge, verte et bleue.

[0068] Dans un autre mode de réalisation de l'invention, les sources lumineuses pilotables (L) sont configurées pour être pilotées par des commandes comportant des paramètres de couleurs au format HSV. L'étape P75 de conversion n'est pas exécutée et au cours de l'étape P70, le dispositif de pilotage envoie à la source lumineuse pilotable (L), une commande $comm(h_Q, s_Q, v_Q)$ dont les paramètres sont les composantes de la couleur correspondant au point (Q) au format HSV tels que déterminés à l'étape P74.

[0069] La commande $comm$ est reçue par la source lumineuse au cours d'une étape L70 et la source lumineuse émet une couleur selon les paramètres de cette commande. La lumière captée alors par les capteurs de luminosité sont alors comprises ou se rapprochent des plages de couleurs de préférence associées à ces capteurs.

[0070] Lorsque le système comporte plusieurs sources lumineuses SY (par exemple deux sources $S1, S2$) :

1/ A la sous-étape P72, le dispositif de pilotage somme les vecteurs CX pour obtenir un vecteur unique Z pondéré par des poids wY respectivement associés aux sources SY , tous initialisés à 1.

Dans notre exemple :

$$Z = (w1. (h1_T - h1_M) + w2. (h2_T - h2_M), w1. (s1_T - s1_M) + w2. (s2_T - s2_M), w1. (v1_T - v1_M) + w2. (v2_T - v2_M))$$

2/ Au cours de la sous-étape P74, pour chaque source SY , le dispositif de pilotage P calcule un point $QY = (h_{QY}, s_{QY}, v_{QY}) = (\mu.Z + (h_{SY}, s_{SY}, v_{SY}))$ obtenu par déplacement selon le sens et la direction du vecteur Z depuis le point (h_{SY}, s_{SY}, v_{SY}) correspondant à l'émission de la source lumineuse SY où μ est un paramètre de contrôle de la vitesse d'évolution compris entre 0 et 1.

3/ Au cours de la sous-étape P75, le dispositif de pilotage P convertit, pour chaque source SY , les coordonnées HSV du point QY en coordonnées rouge, verte et bleue (r_{QY}, g_{QY}, b_{QY})

4/ Au cours de la sous-étape P76, le dispositif de pilotage P envoie, à chaque source SY , une commande $comm(r_{QY}, g_{QY}, b_{QY})$ pour que celle-ci émette une lumière avec ces composantes rouge, verte et bleue.

5/ Le dispositif de pilotage détermine, pour chaque capteur CX , la différence WX entre la couleur mesurée par ce capteur avant et après pilotage des sources LY . Il ajuste le poids wY associé à chaque source SY à partir de ces différences WX et d'une fonction prédéfinie f .

[0071] Par exemple, la fonction f peut être définie par : $wY' = wY + \tanh(WX)$, où wY' représente le poids ajusté, et $\tanh$ la fonction tangente hyperbolique, ou autre fonction sigmoïde similaire permettant de borner le facteur d'évolution du poids (par exemple à +1/-1 max avec $\tanh$). Le fait de borner le facteur d'évolution du poids dans un intervalle précis permet d'éviter des divergences de valeurs.

[0072] La figure 7 représente une source lumineuse pilotable L . Elle comporte notamment un module de communication COM_L et un contrôleur CTR_L . Ce contrôleur est configuré pour mettre en oeuvre les étapes L10 à L70 décrites en référence à la figure 2. La source reçoit en particulier des commandes du dispositif de pilotage par ses moyens de communication et le contrôleur modifie la couleur de la lumière émise par la source à partir des paramètres de cette commande.

[0073] La figure 8 représente un capteur de luminosité C . Il comporte un module de communication COM_C , un contrôleur CTR_C et un capteur CAP des couleurs de la lumière à proprement parler. Ce contrôleur est configuré pour mettre en oeuvre les étapes C10 à C40 décrites en référence à la figure 2. En particulier, le capteur CAP est configuré pour délivrer au contrôleur CTR_P la couleur de la lumière qu'il reçoit à un instant donné, par exemple les composantes rouge, verte et bleue de la lumière. Le contrôleur CTR_P contrôle le module de communication COM_P pour que celui-ci envoie les composantes de couleur au dispositif de pilotage P .

[0074] La figure 9 représente un dispositif de pilotage P . Il comporte :

- un module de communication COM_P ,
- un contrôleur CTR_P ,
- un module de conversion $CONV$ configuré pour convertir des composantes RGB en composantes HSV, et inversement,
- et une base de données BD_P qui associe une plage de couleurs de préférence à chaque capteur de luminosité C .

[0075] Le contrôleur CTR_P est configuré pour mettre en oeuvre les étapes P10 à P70 décrites en référence à la figure 2. En particulier, ce contrôleur détermine, par descente de gradient, les commandes à envoyer aux sources lumineuses pour que les couleurs des lumières détectées par les capteurs correspondent ou se rapprochent des plages de préférence associées à ces capteurs.

[0076] Les modules de communication COM_C , COM_L , COM_P sont configurés pour permettre aux capteurs de luminosité, aux sources lumineuses pilotables et au dispositif de pilotage de communiquer entre eux, par exemple selon le protocole Bluetooth, Wifi.

[0077] Une source lumineuse pilotable L , un capteur de luminosité C et un dispositif de pilotage P peut avoir l'architecture matérielle d'un ordinateur représentée à la figure 10 et peut notamment comporter un processeur 10, une mémoire morte 11, une mémoire vive 12 et une mémoire non volatile réinscriptible 13.

[0078] Pour un capteur de luminosité C , la mémoire morte 11 peut constituer un support d'enregistrement conforme à un mode de réalisation l'invention, lisible par le processeur 10, et sur lequel est enregistré un programme d'ordinateur $PROG_L$ configuré pour mettre en oeuvre les étapes C10 à C40 décrites en référence à la figure 2 lorsqu'il est exécuté par le processeur 10.

[0079] Pour la source lumineuse pilotable L , la mémoire morte 11 peut constituer un support d'enregistrement conforme à un mode de réalisation l'invention, lisible par le processeur 10, et sur lequel est enregistré un programme d'ordinateur $PROG_L$ configuré pour mettre en oeuvre les étapes L10 à L70 décrites en référence à la figure 2 lorsqu'il est exécuté par le processeur 10.

[0080] Pour un dispositif de pilotage P , la mémoire morte 11 peut constituer un support d'enregistrement conforme à un mode de réalisation l'invention, lisible par le processeur 10, et sur lequel est enregistré un programme d'ordinateur $PROG_P$ configuré pour mettre en oeuvre les étapes P10 à P70 décrites en référence à la figure 2 lorsqu'il est exécuté par le processeur 10. La mémoire non volatile réinscriptible 13 peut comporter la base de données BD_C .

Annexe 1

[0081] Cette annexe décrit comment convertir un point de couleur représenté par ses composantes R (rouge), G (verte) et B (bleue) en HSV (hue-saturation-value, teinte-saturation-luminance en français).

[0082] On suppose ici que chacune des composantes R, G, B est un entier dans $\{0, \dots, 255\}$; dans les formules suivantes, on utilise des valeurs RGB entre 0 et 1 (en divisant chacune des composantes par 255).

$$r, g, b, s, v \in [0, 1]$$

$$h \in [0, 360[$$

$$\max = \max(r, g, b), \min = \min(r, g, b)$$

$$h = \begin{cases} 0 \text{ si } \max = \min \\ \left(60^\circ \times \frac{g - b}{\max - \min} + 360^\circ\right) \bmod 360^\circ \text{ si } \max = r \\ \left(60^\circ \times \frac{b - r}{\max - \min} + 120^\circ\right) \text{ si } \max = g \\ \left(60^\circ \times \frac{r - g}{\max - \min} + 240^\circ\right) \text{ si } \max = b \end{cases}$$

$$s = \begin{cases} 0 & \text{si } \max = 0 \\ 1 - \frac{\min}{\max} & \text{sinon} \end{cases}$$

$$v = \max$$

Annexe 2

[0083] Cette annexe décrit comment convertir un point de couleur défini par ses composantes HSV (hue-saturation-value, teinte-saturation-luminance en français) en composantes R (rouge), G (verte) et B (bleue).

$$r, g, b, s, v \in [0,1]$$

$$h \in [0, 360[$$

$$h_i = \left\lfloor \frac{h}{60} \right\rfloor \bmod 6$$

$$f = \frac{h}{60} - h_i$$

$$l = v \times (1 - s)$$

$$m = v \times (1 - f \times s)$$

$$n = v \times (1 - (1 - f) \times s)$$

$$(r, g, b) = \begin{cases} (v, n, l) & \text{si } h_i = 0 \\ (m, v, l) & \text{si } h_i = 1 \\ (l, v, n) & \text{si } h_i = 2 \\ (l, m, v) & \text{si } h_i = 3 \\ (n, l, v) & \text{si } h_i = 4 \\ (v, l, m) & \text{si } h_i = 5 \end{cases}$$

Revendications

1. Procédé de pilotage d'au moins une source lumineuse pilotable (L) mis en oeuvre par un dispositif de pilotage (P), ledit procédé comportant des étapes de :

- réception (P40), en provenance d'au moins un capteur de luminosité (C), d'un message (*msg*) comportant des informations (*r, g, b*) représentatives d'une couleur d'une lumière captée par ledit au moins un capteur ;
- vérification (P60) si la couleur de la lumière captée par ledit au moins capteur de luminosité (C) est dans une plage (*P_{COL}*) de couleurs de préférence associée audit au moins un capteur (C) ; et lorsque ce n'est pas le cas :
- envoi (P70) à au moins une source lumineuse pilotable (L), d'au moins une commande de pilotage (*comm(r_Q, g_Q, b_Q)*) comportant des paramètres (*r_Q, g_Q, b_Q*) de couleur pour modifier une couleur émise par ladite au moins une source lumineuse selon lesdits paramètres (*r_Q, g_Q, b_Q*) de sorte à ce que la lumière détectée par ledit au moins un capteur de luminosité (C) soit comprise ou se rapproche de la plage de couleurs de préférence

associée à ce capteur de luminosité (C).

2. Procédé de pilotage selon la revendication 1 dans lequel ladite vérification (P60) prend en compte une moyenne la couleur de la lumière captée par ledit au moins capteur de luminosité (C) sur une période de temps.

3. Procédé de pilotage selon la revendication 1 ou 2 dans lequel lesdits paramètres (r_Q, g_Q, b_Q) de ladite commande de pilotage (*comm*) sont déterminés (P75) par une descente de gradient.

4. Procédé de pilotage selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, dans lequel lesdites informations reçues (P40) représentatives de la couleur captée par ledit au moins un capteur de luminosité (C) sont selon un premier format, ledit procédé comportant en une étape (P50) de conversion desdites informations dans un deuxième format de couleur, ladite descente de gradient étant mise en oeuvre dans un espace de couleur conforme à ce deuxième format de couleur.

5. Procédé de pilotage selon la revendication 4 dans lequel lesdites informations représentatives d'une couleur captée par ledit au moins un capteur de luminosité sont au format RGB et converties (P50) au format HSV.

6. Procédé de pilotage selon l'une quelconque des revendications 1 à 5 comportant; sur réception (P10) d'un signal d'activation en provenance d'une dite source lumineuse pilotable (L), l'envoi (P20) à cette source lumineuse pilotable (L) d'une commande de pilotage (*eomm(DEF)*) pour que celle-ci émette une lumière avec une couleur par défaut.

7. Procédé de pilotage selon l'une quelconque des revendications 1 à 6 comportant en outre une étape (P100) d'émission d'une alarme si une puissance (W) de la lumière reçue par ledit au moins un capteur est inférieure à un seuil (TH).

8. Dispositif de pilotage (P) comportant :

- un module de communication (COM_P) configuré pour recevoir, en provenance d'au moins un capteur de luminosité (C), un message (*msg*) comportant des informations (r, g, b) représentatives d'une couleur d'une lumière captée par ledit au moins un capteur ;

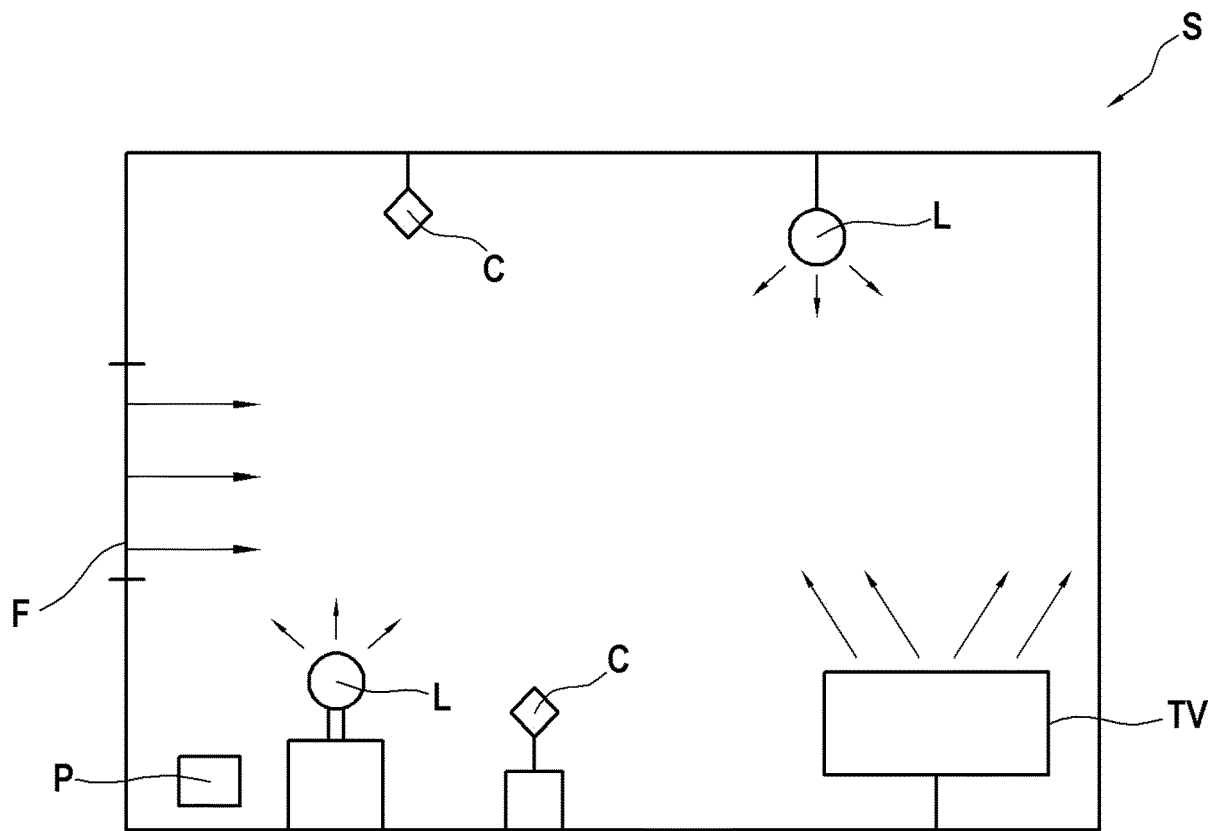
- un contrôleur (CTR_P) configuré pour vérifier si la couleur de la lumière captée par ledit au moins capteur de luminosité (C) est dans une plage (P_{COL}) de couleurs de préférence associée audit au moins un capteur (C) ; et lorsque ce n'est pas le cas pour contrôler ledit module de communication (COM_P) pour qu'il envoie (P70) à au moins une source lumineuse pilotable (L), au moins une commande de pilotage ($comm(r_Q, g_Q, b_Q)$) comportant des paramètres (r_Q, g_Q, b_Q) de couleur pour modifier une couleur émise par ladite au moins une source lumineuse selon lesdits paramètres (r_Q, g_Q, b_Q) de sorte à ce que la lumière détectée par ledit au moins un capteur de luminosité (C) soit comprise ou se rapproche de la plage de couleurs de préférence associée à ce capteur de luminosité (C).

9. Système (S) de contrôle d'éclairage comportant au moins un dispositif de pilotage (P) selon la revendication 8, au moins un capteur (C) de luminosité et au moins une source lumineuse pilotable (L).

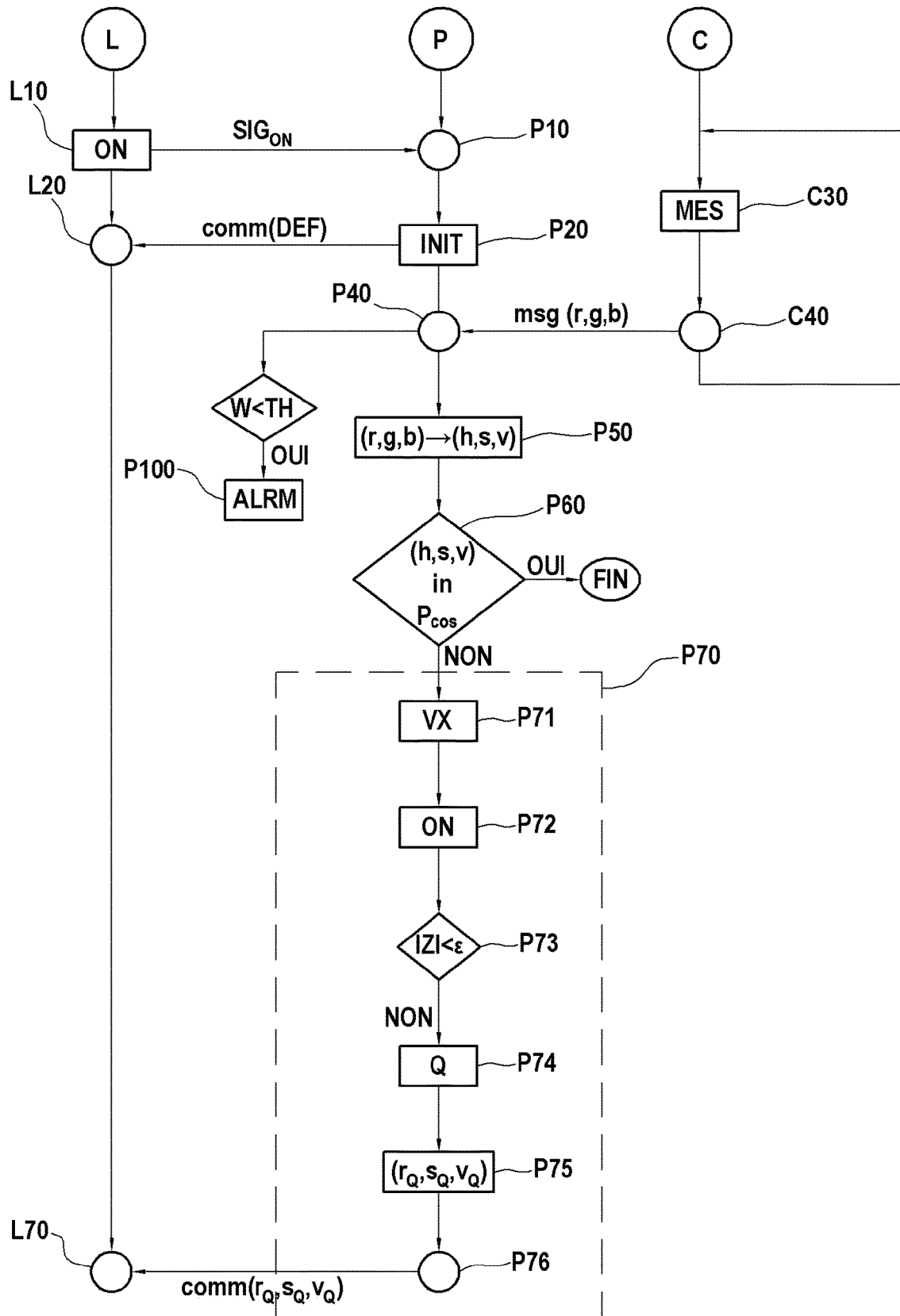
10. Programme d'ordinateur (PG_P) comportant des instructions pour l'exécution des étapes du procédé de pilotage selon l'une quelconque des revendications 1 à 7 lorsque ledit programme est exécuté par un ordinateur.

11. Support d'enregistrement lisible par un ordinateur sur lequel est enregistré un programme d'ordinateur (PG_P) comprenant des instructions pour l'exécution des étapes du procédé de pilotage selon l'une quelconque des revendications 1 à 7.

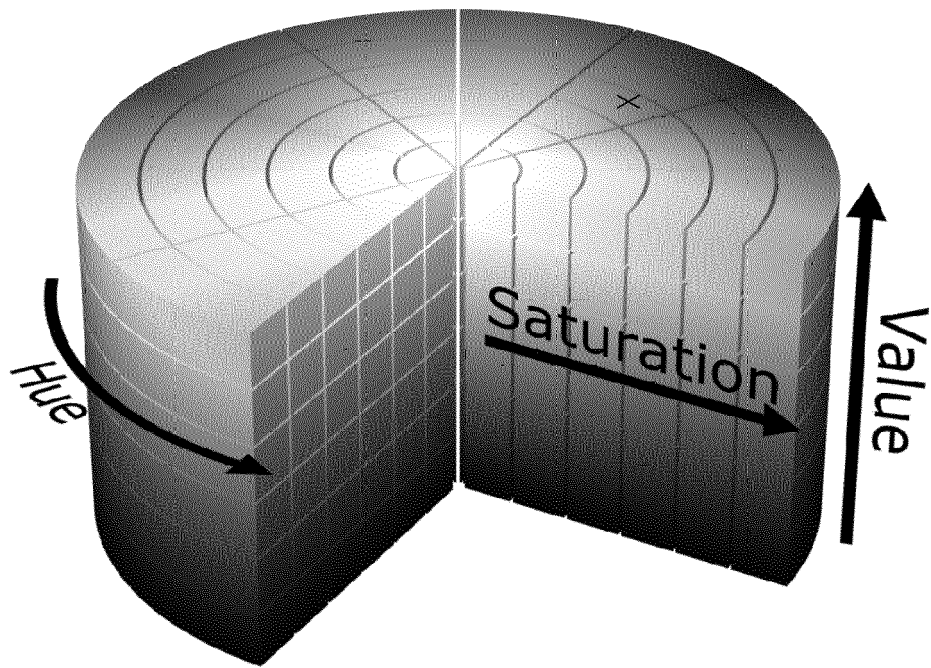
[Fig.1]



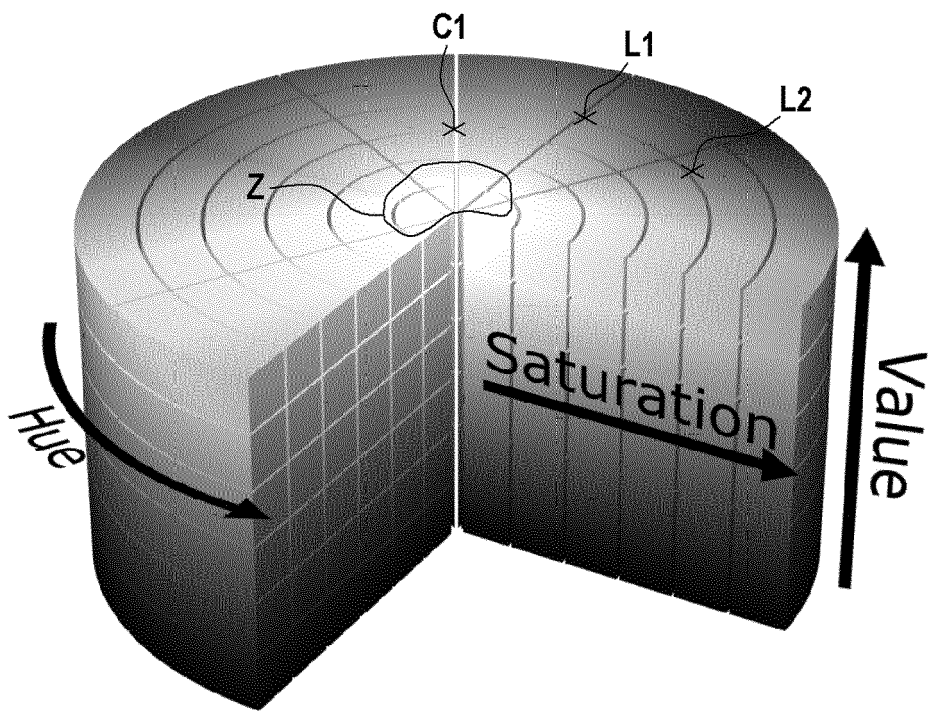
[Fig.2]



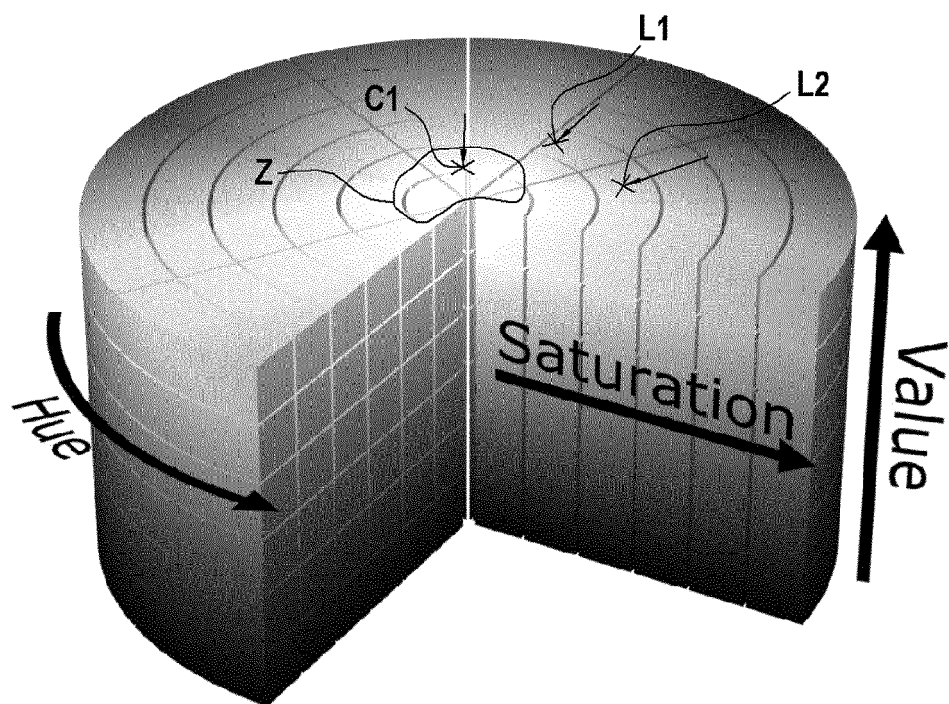
[Fig.3]



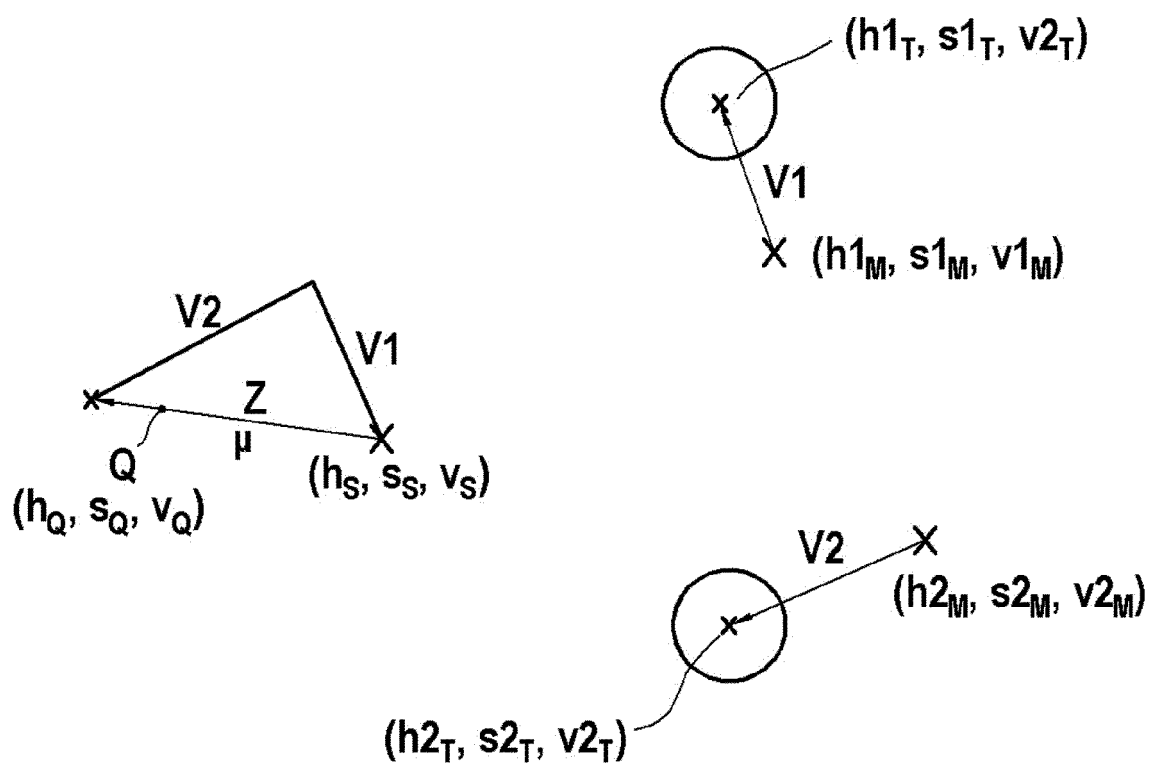
[Fig.4]



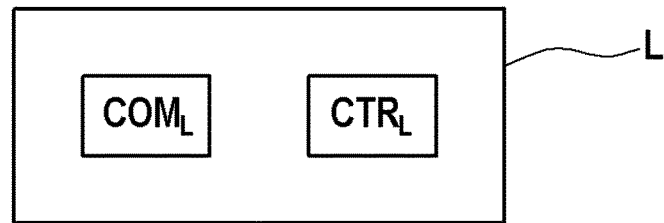
[Fig.5]



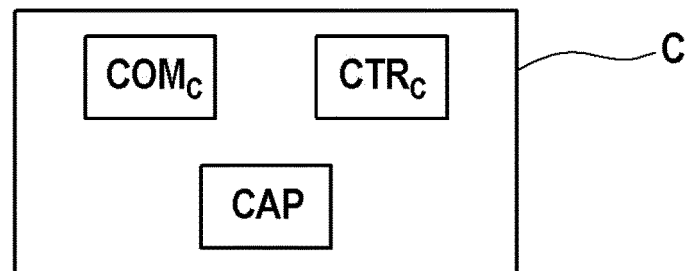
[Fig.6]



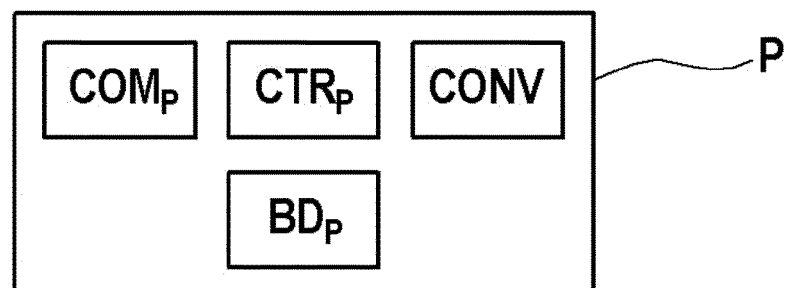
[Fig.7]



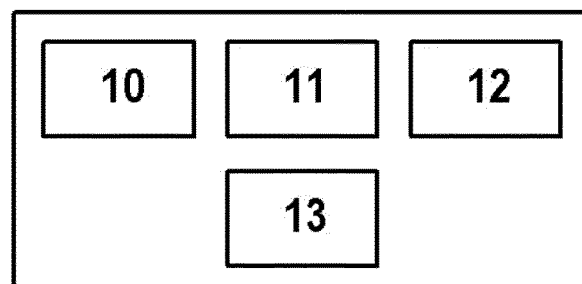
[Fig.8]



[Fig.9]



[Fig.10]





RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE

Numéro de la demande

EP 23 17 6285

DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS

Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes	Revendication concernée	CLASSEMENT DE LA DEMANDE (IPC)
X	US 2010/148674 A1 (BRAUN PAUL [DE] ET AL) 17 juin 2010 (2010-06-17)	1-3, 6-11	INV. H05B45/22
Y	* alinéa [0052]; figure 2 * -----	4, 5	
Y	US 2019/132926 A1 (DAI JIAYUN [CN] ET AL) 2 mai 2019 (2019-05-02) * alinéa [0027]; revendication 8 * -----	4, 5	
Le présent rapport a été établi pour toutes les revendications			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHES (IPC) H05B
Lieu de la recherche Munich		Date d'achèvement de la recherche 13 octobre 2023	Examineur Boudet, Joachim
CATEGORIE DES DOCUMENTS CITES 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 antérieur, mais publié à la date de dépôt ou après cette date D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant	

EPO FORM 1503 03.82 (P04C02)

**ANNEXE AU RAPPORT DE RECHERCHE EUROPEENNE
RELATIF A LA DEMANDE DE BREVET EUROPEEN NO.**

EP 23 17 6285

5 La présente annexe indique les membres de la famille de brevets relatifs aux documents brevets cités dans le rapport de recherche européenne visé ci-dessus.
Lesdits membres sont contenus au fichier informatique de l'Office européen des brevets à la date du
Les renseignements fournis sont donnés à titre indicatif et n'engagent pas la responsabilité de l'Office européen des brevets.

13-10-2023

10	Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
15	US 2010148674 A1	17-06-2010	CN 101749636 A	23-06-2010
			DE 102008061777 A1	17-06-2010
			EP 2200404 A2	23-06-2010
			KR 20100067638 A	21-06-2010
			US 2010148674 A1	17-06-2010
20	US 2019132926 A1	02-05-2019	CN 107750071 A	02-03-2018
			EP 3478029 A1	01-05-2019
			US 2019132926 A1	02-05-2019
25				
30				
35				
40				
45				
50				
55				

EPO FORM P0460

EPO FORM P0460

Pour tout renseignement concernant cette annexe : voir Journal Officiel de l'Office européen des brevets, No.12/82

RÉFÉRENCES CITÉES DANS LA DESCRIPTION

Cette liste de références citées par le demandeur vise uniquement à aider le lecteur et ne fait pas partie du document de brevet européen. Même si le plus grand soin a été accordé à sa conception, des erreurs ou des omissions ne peuvent être exclues et l'OEB décline toute responsabilité à cet égard.

Littérature non-brevet citée dans la description

- **A.J. METZ ; S.D. KLEIN ; F. SCHOLKMANN et al.** Continuous coloured light altered human brain haemodynamics and oxygenation assessed by systemic physiology augmented functional near-infrared spectroscopy. *Nature Scientific Reports*, 2017, vol. 7 [0005]
- **G. HOFFMANN ; V. GUFLER ; A. GRIESMACHER ; C. BARTENBACH ; M. CANAZEI ; S. STAGGL ; W. SCHOBERSBERGER.** Effects of variable lighting intensities and colour temperatures on sulphatoxymelatonin and subjective mood in an experimental office workplace. *Applied Ergonomics*, 2008, vol. 39 (6 [0005]