



(11) **EP 3 671 706 B1**

(12) **FASCICULE DE BREVET EUROPEEN**

(45) Date de publication et mention
de la délivrance du brevet:
09.03.2022 Bulletin 2022/10

(21) Numéro de dépôt: **19214880.7**

(22) Date de dépôt: **10.12.2019**

(51) Classification Internationale des Brevets (IPC):
G09G 3/00 ^(2006.01) **G09G 5/02** ^(2006.01)

(52) Classification Coopérative des Brevets (CPC):
G09G 3/006; G09G 5/02; G09G 2320/0242;
G09G 2320/0666; G09G 2320/0693;
G09G 2360/147

(54) **PROCEDE D'AJUSTEMENT DES PARAMETRES COLORIMETRIQUES D'UN DISPOSITIF DE VISUALISATION**

REGULIERUNGSVERFAHREN DER COLORIMETRISCHEN PARAMETER EINER ANZEIGEVORRICHTUNG

METHOD FOR ADJUSTING THE COLORIMETRY PARAMETERS OF A DISPLAY DEVICE

(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 MK MT NL NO PL PT RO RS SE SI SK SM TR

(30) Priorité: **18.12.2018 FR 1872959**

(43) Date de publication de la demande:
24.06.2020 Bulletin 2020/26

(73) Titulaire: **Thales**
92400 Courbevoie (FR)

(72) Inventeurs:
• **ROUZES, Siegfried**
33700 Mérignac (FR)

• **PELLETIER, Sébastien**
33700 Mérignac (FR)
• **PETITDEMANGE, Arnaud**
33700 Mérignac (FR)

(74) Mandataire: **Marks & Clerk France**
Immeuble "Visium"
22, avenue Aristide Briand
94117 Arcueil Cedex (FR)

(56) Documents cités:
US-A1- 2014 043 369 US-A1- 2015 213 771
US-A1- 2017 221 403 US-A1- 2018 114 475

EP 3 671 706 B1

Il est rappelé que: Dans un délai de neuf mois à compter de la publication de la mention de la délivrance du brevet européen au Bulletin européen des brevets, toute personne peut faire opposition à ce brevet auprès de l'Office européen des brevets, conformément au règlement d'exécution. L'opposition n'est réputée formée qu'après le paiement de la taxe d'opposition. (Art. 99(1) Convention sur le brevet européen).

Description

[0001] Le domaine technique général de l'invention est celui des dispositifs de visualisation pour des applications nécessitant de très hautes performances colorimétriques et photométriques. Le domaine privilégié de l'invention est celui des planches de bord aéronautiques.

[0002] Dans le domaine aéronautique, une planche de bord comporte plusieurs écrans de visualisation. La colorimétrie et la luminance des images affichées sur ces écrans font l'objet d'exigences très précises afin que les membres de l'équipage aient toujours la même qualité d'image. En particulier, la continuité des dégradés entre les différentes couleurs doit être parfaitement assurée. Par ailleurs, lorsqu'un écran de visualisation est remplacé, il est essentiel que ce remplacement se fasse en conservant les mêmes exigences colorimétriques et photométriques.

[0003] Ces performances colorimétriques vont au-delà des standards appliqués par les fournisseurs d'écrans de visualisation, tout particulièrement lorsque l'on change de modèle d'écran de visualisation ou de fournisseurs. Une correction est donc nécessaire pour conserver les performances photométriques et colorimétriques.

[0004] Les documents US 2015/213771 A1, US 2017/221403 A1, US 2014/043369 A1 de l'état de l'art divulguent tous des procédés d'ajustement des paramètres colorimétriques d'un dispositif de visualisation par rapport à des valeurs colorimétriques de référence.

[0005] Un pixel coloré d'un écran comporte classiquement un triplé de sous pixels colorés, un premier sous-pixel rouge, un second sous-pixel vert et un troisième sous-pixel bleu. Chaque sous-pixel peut prendre 255 valeurs. Par conséquent, potentiellement, chaque pixel peut avoir 255^3 niveaux de couleur ou de luminance, soit un peu plus de 16 millions de niveaux. Il est bien entendu impossible de faire une correction individualisée pour chaque niveau qui nécessiterait une quantité colossale de mesures préliminaires et de très importantes capacités de stockage des corrections nécessaires sur chaque dispositif de visualisation embarquée.

[0006] Par ailleurs, il est impossible d'établir un modèle mathématique qui, à partir d'un nombre limité de mesures de corrections permettrait de calculer toutes les mesures de correction appliquées à chaque sous-pixel. En effet, la sensibilité de l'œil humain aux variations de couleur ou de luminance varie très fortement en fonction de cette couleur ou de ce niveau et n'obéit pas à des règles simples faciles à mettre en oeuvre, une fois quelques points de référence connus.

[0007] On sait qu'une couleur peut être décrite dans un espace bidimensionnel dit CIE 1976, cet espace étant issu de l'espace CIE 1931. Dans ce premier espace, chaque couleur est définie par un triplet (X, Y, Z) ou un triplet (x, y, z). Dans l'espace CIE 1976, chaque couleur est définie par deux coordonnées (u', v') définie de la façon suivante :

$$\begin{cases} u' = \frac{4X}{X + 15Y + 3Z} = \frac{4x}{-2x + 12y + 3} \\ v' = \frac{9Y}{X + 15Y + 3Z} = \frac{9y}{-2x + 12y + 3} \end{cases}$$

[0008] Cet espace est représenté sur la figure 1. La ligne SL courbe en traits gras représente le spectrum locus et la ligne droite LP qui ferme cette courbe représente la ligne des pourpres. Le spectrum locus varie environ de 420 nm à 680 nm. Dans cet espace, une différence de couleur ΔE_{uv}^* entre deux teintes voisines vaut :

$$\Delta E_{uv}^* = \sqrt{(\Delta L^*)^2 + (\Delta u^*)^2 + (\Delta v^*)^2}$$

avec

$$\begin{cases} L^* = \begin{cases} 116 \sqrt[3]{Y/Y_w - 16} & \text{si } L^* \geq 8 \\ \left(\frac{29}{3}\right)^3 (Y/Y_w) & \text{si } L^* < 8 \end{cases} \\ u^* = 13L^*(u' - u'_w) \\ v^* = 13L^*(v' - v'_w) \end{cases}$$

[0009] Le triplet (u'_w, v'_w, Y_w) correspond aux coordonnées colorimétriques du blanc.

[0010] Il a été démontré qu'autour de chaque couleur, il existe une zone appelée ellipse de MacAdam ou EMA à

l'intérieur de laquelle les différences entre couleurs ne sont pas perceptibles par l'œil humain. A titre d'exemple, quatre ellipses de MacAdam sont représentées sur la figure 1. Ces ellipses sont agrandies 10 fois sur cette figure.

[0011] Le procédé selon l'invention repose sur cette propriété. Il n'est pas nécessaire que la correction des couleurs soit parfaite. Il suffit que cette correction soit suffisamment précise pour entrer dans les critères de MacAdam.

[0012] La présente invention est définie par les revendications annexées. Par conséquent, un mode de réalisation doit être interprété comme signifiant une réalisation de l'invention uniquement lorsque la combinaison de ses caractéristiques respectives a une portée comprise dans la portée des revendications annexées.

[0013] Les dessins annexés illustrent l'invention :

[Fig.1] représente l'espace colorimétrique CIE 1976 ;

[Fig.2] représente l'espace de mesure colorimétrique tridimensionnel (r, g, b) utilisé dans les étapes 1 et 2 du procédé selon l'invention ;

[Fig.3] représente les corrections à apporter à un triplé de calibration telles que définies dans l'étape 3 du procédé selon l'invention ;

[Fig.4] représente les corrections à apporter à un triplé quelconque telles que définies dans les étapes 4 et 5 du procédé selon l'invention ;

[0014] Le procédé d'ajustement des paramètres photométriques et colorimétriques s'applique à un dispositif de visualisation composé de points colorés lumineux. Chaque point est constitué d'un triplé de pixels colorés. Chaque point peut prendre un nombre N de triplets de valeurs de commande. Généralement, chaque pixel pouvant prendre 255 valeurs différentes, ce nombre N vaut 255^3 , soit un peu plus de 16.5 millions de valeurs. Les triplets sont référencés dans un premier espace colorimétrique. Généralement, cet espace est l'espace (R, G, B). A chaque triplet de valeurs de commande correspond un triplé de valeurs colorimétriques d'émission, lesdits triplets de valeurs colorimétriques étant référencés dans un second espace colorimétrique. Cet espace est l'espace colorimétrique (u' , v' , L) tel que défini précédemment.

[0015] Le procédé nécessite un dispositif de visualisation de référence, un banc de mesure et de calibration comportant des moyens de mesure colorimétriques et photométriques, des moyens de mémorisation des données recueillis et des moyens de traitement desdites données pour en extraire les corrections de calibration à appliquer à certains points colorimétriques particuliers. Le dispositif de visualisation doit également comporter des moyens de mémorisation des corrections de calibration et des moyens de calcul permettant de calculer la correction à appliquer à tout triplé colorimétrique reçu en fonction des corrections de calibration. Ces différents moyens techniques sont connus de l'homme du métier et ne posent aucun problème de réalisation particulier.

[0016] Le procédé selon l'invention comporte les étapes de la revendication 1 détaillées ci-dessous.

[0017] Les trois premières étapes sont mises en oeuvre sur le banc de mesure optique. Elles consistent à déterminer les corrections à apporter à un certain nombre de triplets colorimétriques de calibration.

[0018] Les étapes suivantes sont mises en oeuvre dans le dispositif de visualisation lui-même lorsqu'il fonctionne. Elles consistent à appliquer, en temps réel, à partir des données de correction précédentes, les corrections à appliquer à tout triplé colorimétrique émis.

[0019] La première étape consiste à mesurer, pour le dispositif de visualisation de référence, pour un nombre I de triplets de commande de calibration, des triplets de valeurs colorimétriques d'émission dits triplet de référence, la seconde pluralité étant de trois ordres de grandeur inférieure à la première pluralité. A titre d'exemple, le nombre I vaut 12800. La figure 2 illustre cette étape. Les triplets de points (r_i , g_i , b_i) de commande de calibration sont référencés dans l'espace colorimétrique (R, G, B). le paramètre i varie entre 1 et I. ces triplets sont représentés par des cercles sur cette figure 2. Les points de commande de calibration sont situés sur une grille tridimensionnelle dont une partie est représentée en pointillés sur la figure 2 et sont régulièrement espacés sur cette grille. A chaque triplet de points de commande de calibration (r_i , g_i , b_i), on associe donc un triplé de valeurs colorimétriques d'émission dits triplet de référence dont les coordonnées dans l'espace colorimétrique (u' , v' , L) sont (u_i^* , v_i^* , L_i^*)_{TH}.

[0020] Il existe certains points colorimétriques (r_j , g_j , b_j) appelés couleurs critiques dont l'émission associée doit correspondre à une colorimétrie parfaitement définie. Dans le domaine aéronautique, ces couleurs critiques peuvent correspondre, par exemple, à des alarmes. Par nature, ces points critiques ne correspondent pas nécessairement aux points de mesure de la grille tridimensionnelle. Un de ces points (r_j , g_j , b_j) est représenté par un double cercle concentrique sur la figure 2.

[0021] La seconde étape consiste à mesurer, pour le dispositif de visualisation, pour la même seconde pluralité de triplets de commande de calibration (r_i , g_i , b_i), des triplets de valeurs colorimétriques d'émission dits triplets de calibration qui sont notés (u_i^* , v_i^* , L_i^*) dans l'espace colorimétrique (u' , v' , L).

[0022] Dans une troisième étape, on calcule les corrections à appliquer à chaque triplet de commande de calibration (r_i , g_i , b_i) de façon que le triplet de valeurs colorimétriques obtenu ait les mêmes valeurs que le triplet d'émission de référence correspondant. Cette troisième étape 3 comporte les étapes intermédiaires suivantes :

[0023] Dans un premier temps de cette troisième étape, on détermine une application Ψ telle que:
 $\Psi(r_i, g_i, b_i) = (u_i^*, v_i^*, L_i^*)$ qui associe à chaque triplet de commande de calibration le triplet d'émission correspondant ;

[0024] Dans un second temps de cette troisième étape, on détermine, pour chaque triplé (r_i, g_i, b_i) , i appartenant à I , une sous-famille de triplés proche du triplé (r_i, g_i, b_i) . A titre d'exemple, cette sous-famille correspond aux sommets du cube englobant le triplé (r_i, g_i, b_i) . On note cette famille J_i . Les triplés appartenant à cette famille sont donc $\{(r_j, g_j, b_j)\}_{j \in J_i}$.

Chaque triplé d'émission correspondant est noté (u_j^*, v_j^*, L_j^*) et chaque triplé de référence correspondant est noté $(u_j^*, v_j^*, L_j^*)_{TH}$.

[0025] Dans un troisième temps de cette troisième étape, on déduit, pour chaque $j \in J_i$, le vecteur d'écart (dr_j, dg_j, db_j) . Ce vecteur est égal à : $(dr_j, dg_j, db_j) = (r_i, g_i, b_i) - (r_j, g_j, b_j)$. On en déduit la matrice dérivée $\Psi'_{(r,g,b)}(r_i, g_i, b_i)$ de l'application $\Psi(r_i, g_i, b_i)$ au point (r_i, g_i, b_i) . Cette dérivée est égale à la matrice M qui minimise la forme suivante :

$$\sum_{j \in J_i} \|M(dr_j, dg_j, db_j) - ((u_j^*, v_j^*, L_j^*) - (u_j^*, v_j^*, L_j^*)_{TH})\|^2$$

[0026] Dans un quatrième temps de cette troisième étape, on détermine l'inverse de la dérivée de l'application notée $\Psi'^{-1}_{(r,g,b)}$ pour le triplet de commande de calibration considéré (r_i, g_i, b_i) , en fonction de la différence des valeurs entre les triplets de calibration et les triplets de référence correspondant aux triplets de commande de calibration, cette dérivée étant représentative de la correction (dr_i, dg_i, db_i) à apporter au triplet de commande de calibration. On a la relation :

$$(dr_i, dg_i, db_i) = \Psi'^{-1}_{(r,g,b)}((u_i^*, v_i^*, L_i^*) - (u_i^*, v_i^*, L_i^*)_{TH})$$

[0027] Ce dernier temps de la troisième étape est illustré sur la figure 3 qui représente un triplé de calibration (r_i, g_i, b_i) , avec les corrections associées (dr_i, dg_i, db_i) , le triplé corrigé étant noté $(r_i, g_i, b_i)_{cor}$.

[0028] La seconde et la troisième étape sont également réalisées pour les couleurs critiques.

[0029] Ces corrections étant connues pour l'ensemble des triplés de commande de calibration, il est alors nécessaire de déterminer les corrections à apporter à n'importe quel triplé de commande (r, g, b) appliqué au dispositif de visualisation. C'est l'objet des quatrième et cinquième étapes du procédé. Ces étapes sont mises en oeuvre en temps réel dans le dispositif de visualisation.

[0030] La quatrième étape du procédé consiste, pour tout triplet de commande (r, g, b) du dispositif de visualisation dit triplet émis, à déterminer un sous-ensemble de triplets de calibration les plus proches dudit triplet émis dans le premier espace colorimétrique. A titre d'exemple, ce sous-ensemble correspond aux sommets du cube englobant le triplé (r, g, b) . On note ce sous-ensemble J_k . Les triplés appartenant à cette famille sont donc $\{(r_k, g_k, b_k)\}_{k \in J_k}$. Lorsque le triplet de commande est proche d'une ou de plusieurs couleurs critiques, celles-ci sont également déterminées. Cette étape est illustrée sur la figure 4 qui représente un triplé de points (r, g, b) avec l'ensemble des triplés de points à prendre en compte pour l'établissement des corrections. Dans cet exemple, huit points de calibrations numérotés de T1 à T8 sont pris en compte ainsi que deux couleurs critiques C1 et C2.

[0031] La cinquième étape consiste à calculer les corrections (dr, dg, db) à appliquer au triplet émis. Ces corrections sont fonction :

des corrections $(dr1, dg1, db1)$ appliquées au sous-ensemble des triplets de calibration déterminé à l'étape précédente et,

lorsqu'elles sont présentes, des corrections $(dr2, dg2, db2)$ issues des couleurs critiques proches.

[0032] Concernant les corrections $(dr1, dg1, db1)$ issues des triplés de calibration, la matrice dérivée $\Psi'_{(r,g,b)}(r, g, b)$ qui sert de base au calcul de ces corrections est obtenue par interpolation linéaire des valeurs des

matrices $\Psi'_{(r_k, g_k, b_k)}$, interpolation étendue aux valeurs (r_k, g_k, b_k) proches du triplet (r, g, b) .

[0033] La valeur corrective $(dr2, dg2, db2)$ due aux couleurs critiques est calculée par moyenne pondérée de la somme des influences des couleurs critiques suffisamment proches, la pondération étant inversement proportionnelle à la distance à chacune de ces couleurs critiques.

[0034] La fonction finale (dr, dg, db) est calculée par moyenne pondérée sur les corrections $(dr1, dg1, db1)$ et $(dr2, dg2, db2)$ sachant que la pondération reste proportionnelle à l'inverse de la distance à la couleur critique la plus proche. Ainsi, si le triplet (r, g, b) correspond exactement à une couleur critique, la valeur corrective finale est exactement celle de la couleur critique en question.

Revendications

1. Procédé d'ajustement des paramètres photométriques et colorimétriques d'un dispositif de visualisation composé de points colorés lumineux, chaque point étant constitué d'un triplé de pixels colorés (r, g, b) , chaque point pouvant prendre une première pluralité de triplets de valeurs de commande, lesdits triplets étant référencés dans un premier espace colorimétrique (R, G, B) , à chaque triplet de valeurs de commande correspond un triplé de valeurs colorimétriques d'émission (u', v', L) , lesdits triplets de valeurs colorimétriques étant référencés dans un second espace colorimétrique, ledit dispositif de visualisation étant étalonné par rapport à un dispositif de visualisation de référence, **caractérisé en ce que** le procédé comporte les étapes suivantes :

- Etape 1 : Mesure, par des moyens de mesure colorimétriques et photométriques, pour le dispositif de visualisation de référence, pour une seconde pluralité de triplets de commande de calibration (r_i, g_i, b_i) , des triplets de valeurs colorimétriques d'émission de référence dits triplet de référence $(u_i^*, v_i^*, L_i^*)_{TH}$, la seconde pluralité étant de trois ordres de grandeur inférieure à la première pluralité, comprise entre 10000 et 15000,

- Etape 2 : Mesure, par des moyens de mesure colorimétriques et photométriques, pour le dispositif de visualisation, pour la même seconde pluralité de triplets de commande de calibration, des triplets de valeurs colorimétriques d'émission dits triplets de calibration (u_i^*, v_i^*, L_i^*) ;

- Etape 3 : Pour chaque triplet de calibration, calcul, par des moyens de calcul, des corrections (dr_i, dg_i, db_i) , à appliquer au triplet de commande de calibration correspondant de façon que le triplet de valeurs colorimétriques d'émission obtenu ait les mêmes valeurs que le triplet de référence correspondant, ladite étape comprenant les sous étapes suivantes :

o Etape 3.1 : Détermination d'une application (Ψ) qui associe à chaque triplet de commande de calibration le triplet de calibration correspondant ;

o Etape 3.2 : Détermination, pour chaque triplet de commande de calibration, d'un groupement de J_i triplets $\{(r_j, g_j, b_j)\}_{j \in J_i}$ de commande de calibration les plus proches dudit triplet de commande de calibration dans le premier espace colorimétrique, auxquels sont associés des triplets de calibration $\{(u_j^*, v_j^*, L_j^*)\}_{j \in J_i}$ et de référence $\{(u_j^*, v_j^*, L_j^*)_{TH}\}_{j \in J_i}$ correspondant ;

o Etape 3.3 : Détermination, pour chaque triplet de commande de calibration, de la dérivée (Ψ') de l'application, ladite dérivée étant égale à une matrice M minimisant la fonction

$$\sum_{j \in J_i} \|M(dr_j, dg_j, db_j) - ((u_j^*, v_j^*, L_j^*) - (u_j^*, v_j^*, L_j^*)_{TH})\|^2$$

avec des vecteurs d'écart

$(dr_j, dg_j, db_j) = (r_i, g_i, b_i) - (r_j, g_j, b_j)$ déterminés pour chaque triplet de commande de calibration ;

o Etape 3.4 : Détermination de l'inverse (Ψ'^{-1}) de la dérivée de l'application, pour le triplet de commande de calibration considéré, en fonction de la différence des valeurs entre les triplets de calibration et les triplets de référence correspondant aux triplets de commande de calibration dudit groupement, l'inverse de cette dérivée étant représentative de la correction à apporter au triplet de commande de calibration ;

- Etape 4 : A tout triplet de commande du dispositif de visualisation dit triplet émis (r, g, b) , détermination, par des moyens de traitement, d'un sous-ensemble de triplets de calibration les plus proches dudit triplet émis dans le premier espace colorimétrique ;

- Etape 5 : calcul, par des moyens de calculs, des corrections (dr, dg, db) à appliquer au triplet émis en fonction des corrections appliquées au sous-ensemble des triplets de calibration déterminé à l'étape 4 ;

- Etape 6 : application, par des moyens de traitement, des corrections (dr, dg, db) calculées en étape 5 aux triplets émis.

2. Procédé d'ajustement des paramètres photométriques et colorimétriques d'un dispositif de visualisation selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** la seconde pluralité de triplets de commande de calibration comporte un groupe de triplets de commande correspondant à des couleurs spécifiques, ledit groupe étant pris en compte, à l'étape 5, dans le calcul des corrections appliquées aux triplets de commande du dispositif de visualisation.
3. Procédé d'ajustement des paramètres photométriques et colorimétriques d'un dispositif de visualisation selon la revendication 2, **caractérisé en ce que** les corrections sont inversement proportionnelles aux distances séparant le triplet émis des couleurs spécifiques, les distances étant mesurées dans le premier espace colorimétrique.
4. Procédé d'ajustement des paramètres photométriques et colorimétriques d'un dispositif de visualisation selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** le premier espace colorimétrique est l'espace (R, V, B) et que le second espace colorimétrique est l'espace CIE 1976.
5. Procédé d'ajustement des paramètres photométriques et colorimétriques d'un dispositif de visualisation selon l'une des revendications précédentes, **caractérisé en ce que** la première pluralité est égale à 255³.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Justieren der photometrischen und kolorimetrischen Parameter einer Anzeigevorrichtung bestehend aus leuchtenden Farbpunkten, wobei jeder Punkt aus einem Farbpixeltripel (r, g, b) besteht, wobei jeder Punkt eine erste Vielzahl von Steuerwerttripeln annehmen kann, wobei die Tripel in einem ersten Farbraum (R, G, B) referenziert sind, jedem Steuerwerttripel ein kolorimetrisches Emissionswerttripel (u', v', L) entspricht, wobei die Farbwerttripel in einem zweiten Farbraum referenziert werden, wobei die Anzeigevorrichtung in Bezug auf eine Referenzanzeigevorrichtung kalibriert ist, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Verfahren die folgenden Schritte umfasst:

- Schritt 1: Messen, mit kolorimetrischen und photometrischen Messmitteln, für die Referenzanzeigevorrichtung, für eine zweite Vielzahl von Kalibrationssteuertripeln (r_i, g_i, b_i), von kolorimetrischen Referenz-Emissionswerttripeln, Referenztripel (u_i^{*}, v_i^{*}, L_i^{*})_{TH} genannt, wobei die zweite Vielzahl um drei Größenordnungen kleiner als die erste Vielzahl ist, zwischen 10 000 und 15 000,
- Schritt 2: Messen, mit kolorimetrischen und photometrischen Messmitteln, für die Anzeigevorrichtung, für die gleiche zweite Vielzahl von Kalibrationssteuertripeln, von kolorimetrischen Emissionswerttripeln, Kalibrations-tripel (u_i^{*}, v_i^{*}, L_i^{*}) genannt;
- Schritt 3: Berechnen, durch Berechnungsmittel, für jedes Kalibrationstripel, von auf das entsprechende Kalibrationssteuertripel anzuwendenden Korrekturen (dr_i, dg_i, db_i), so dass das erhaltene kolorimetrische Emissionswerttripel die gleichen Werte wie das entsprechende Referenztripel hat, wobei der Schritt die folgenden Unterschritte umfasst:

o Schritt 3.1: Bestimmen einer Anwendung (Ψ), die mit jedem Kalibrationssteuertripel das entsprechende Kalibrationstripel assoziiert;

o Schritt 3.2: Bestimmen, für jedes Kalibrationssteuertripel, einer Gruppe von J_i Kalibrationssteuertripeln {(r_j, g_j, b_j)}_{j ∈ J_i}, die dem Kalibrationssteuertripel im ersten Farbraum am nächsten liegen, mit denen Kalibrationstripel {(u_j^{*}, v_j^{*}, L_j^{*})}_{j ∈ J_i} und entsprechende Referenztripel {(u_j^{*}, v_j^{*}, L_j^{*})_{TH}}_{j ∈ J_i} assoziiert sind;

o Schritt 3.3: Bestimmen, für jedes Kalibrationssteuertripel, des Derivats (Ψ') der Anwendung, wobei das Derivat gleich einer Matrix M ist, die die Funktion

$$\sum_{j \in J_i} \|M(dr_j, dg_j, db_j) - ((u_j^*, v_j^*, L_j^*) - (u_j^*, v_j^*, L_j^*)_{TH})\|^2$$

mit Abweichungsvektoren

(dr_j, dg_j, db_j) = (r_j, g_j, b_j) - (r_i, g_i, b_i) minimiert, die für jedes Kalibrierungssteuertripel bestimmt werden;

o Schritt 3.4: Bestimmen des Kehrwerts (Ψ'⁻¹) der Ableitung der Anwendung für das betrachtete Kalibrationssteuertripel in Abhängigkeit von der Differenz der Werte zwischen den Kalibrationstriplein und den Referenztripeln, die den Kalibrationssteuertripeln der Gruppe entsprechen, wobei der Kehrwert dieser Ableitung für die Korrektur repräsentativ ist, die an dem Kalibrationssteuertripel vorgenommen werden muss;

- Schritt 4: Bestimmen, durch Verarbeitungsmittel, für jedes Steuertripel der Anzeigevorrichtung, emittiertes Tripel (r, g, b) genannt, einer Untergruppe von Kalibrationstriplein, die dem emittierten Tripel im ersten Farbraum am nächsten kommen;

- Schritt 5: Berechnen, durch Berechnungsmittel, der auf das emittierte Tripel anzuwendenden Korrekturen (dr , dg , db) in Abhängigkeit von den Korrekturen, die auf die in Schritt 4 bestimmte Untergruppe der Kalibrationstriplets angewendet wurden;

- Schritt 6: Anwenden, durch Verarbeitungsmittel, der in Schritt 5 berechneten Korrekturen (dr , dg , db) auf die emittierten Tripels.

2. Verfahren zum Justieren der photometrischen und kolorimetrischen Parameter einer Anzeigevorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die zweite Vielzahl von Kalibrationssteuertripeln eine Gruppe von Steuertripeln umfasst, die bestimmten Farben entsprechen, wobei die Gruppe in Schritt 5 bei der Berechnung der auf die Steuertripel der Anzeigevorrichtung angewendeten Korrekturen berücksichtigt wird.

3. Verfahren zum Justieren der photometrischen und kolorimetrischen Parameter einer Anzeigevorrichtung nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Korrekturen umgekehrt proportional zu den Abständen sind, die das emittierte Tripel bestimmter Farben unterscheiden, wobei die Abstände im ersten Farbraum gemessen werden.

4. Verfahren zum Justieren der photometrischen und kolorimetrischen Parameter einer Anzeigevorrichtung nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der erste Farbraum der (R, G, B)-Raum ist und der zweite Farbraum der CIE 1976-Raum ist.

5. Verfahren zum Justieren der photometrischen und kolorimetrischen Parameter einer Anzeigevorrichtung nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die erste Vielzahl gleich 255^3 ist.

Claims

1. A method for adjusting the photometric and colorimetric parameters of a display device made up of luminous coloured points, each point being formed by a triplet of coloured pixels (r, g, b), each point being able to accept a first plurality of triplets of control values, said triplets being referenced in a first colorimetric space (R, G, B), each triplet of control values has a corresponding triplet of colorimetric emission values (u' , v' , L), said triplets of colorimetric values being referenced in a second colorimetric space, said display device being calibrated relative to a reference display device, **characterised in that** the method comprises the following steps:

- Step 1: measuring, using colorimetric and photometric measurement means, for the reference display device, for a second plurality of calibration control triplets (r_i , g_i , b_i), triplets of reference colorimetric emission values, called reference triplets (u_i^* , v_i^* , L_i^*)_{TH}, the second plurality being three orders of magnitude lower than the first plurality, ranging between 10,000 and 15,000;

- Step 2: measuring, using colorimetric and photometric measurement means, for the display device, for the same second plurality of calibration control triplets, triplets of colorimetric emission values, called calibration triplets (u_i^* , v_i^* , L_i^*);

- Step 3: computing, for each calibration triplet and using computation means, corrections (dr_i , dg_i , db_i) to be applied to the corresponding calibration control triplet so that the obtained triplet of colorimetric emission values has the same values as the corresponding reference triplet, said step comprising the following sub-steps:

o Step 3.1: determining an application (Ψ) that associates each calibration control triplet with the corresponding calibration triplet;

o Step 3.2: determining, for each calibration control triplet, a group of J_i calibration control triplets $\{(r_j, g_j, b_j)\}$, $j \in J_i$ closest to said calibration control triplet in the first colorimetric space, with which calibration control triplets $\{(u_j^*, v_j^*, L_j^*)\}$, $j \in J_i$ and corresponding reference triplets $\{(u_j^*, v_j^*, L_j^*)_{TH}\}$, $j \in J_i$ are associated;

o Step 3.3: determining, for each calibration control triplet, the derivative (Ψ') of the application, said derivative being equal to a matrix M minimising the function

$$\sum_{j \in J_i} \|M(dr_j, dg_j, db_j) - ((u_j^*, v_j^*, L_j^*) - (u_j^*, v_j^*, L_j^*)_{TH})\|^2 \quad \text{with deviation vectors}$$

$(dr_j, dg_j, db_j) = (r_j, g_j, b_j) - (r_j, g_j, b_j)$ determined for each calibration control triplet;

o Step 3.4: determining the inverse (Ψ'^{-1}) of the derivative of the application, for the considered calibration control triplet, as a function of the difference of the values between the calibration triplets and the reference triplets corresponding to the calibration control triplets of said group, with the inverse of this derivative

representing the correction to be made to the calibration control triplet;

- Step 4: determining, for any control triplet of the display device, called emitted triplet (r, g, b) and using processing means, a sub-set of calibration triplets closest to said emitted triplet in the first colorimetric space;
- Step 5: computing, using computation means, corrections (dr, dg, db) to be applied to the emitted triplet as a function of the corrections applied to the sub-set of calibration triplets determined in step 4;
- Step 6: applying, using processing means, the corrections (dr, dg, db) computed in step 5 to the emitted triplets.

2. The method for adjusting the photometric and colorimetric parameters of a display device according to claim 1, **characterised in that** the second plurality of calibration control triplets comprises a group of control triplets corresponding to specific colours, said group being taken into account, in step 5, in the computation of the corrections applied to the control triplets of the display device.
3. The method for adjusting the photometric and colorimetric parameters of a display device according to claim 2, **characterised in that** the corrections are inversely proportional to the distances separating the emitted triplet from the specific colours, with the distances being measured in the first colorimetric space.
4. The method for adjusting the photometric and colorimetric parameters of a display device according to any of the preceding claims, **characterised in that** the first colorimetric space is the space (R, V, B) and **in that** the second colorimetric space is the space CIE 1976.
5. The method for adjusting the photometric and colorimetric parameters of a display device according to any of the preceding claims, **characterised in that** the first plurality is equal to 255³.

[Fig. 1]

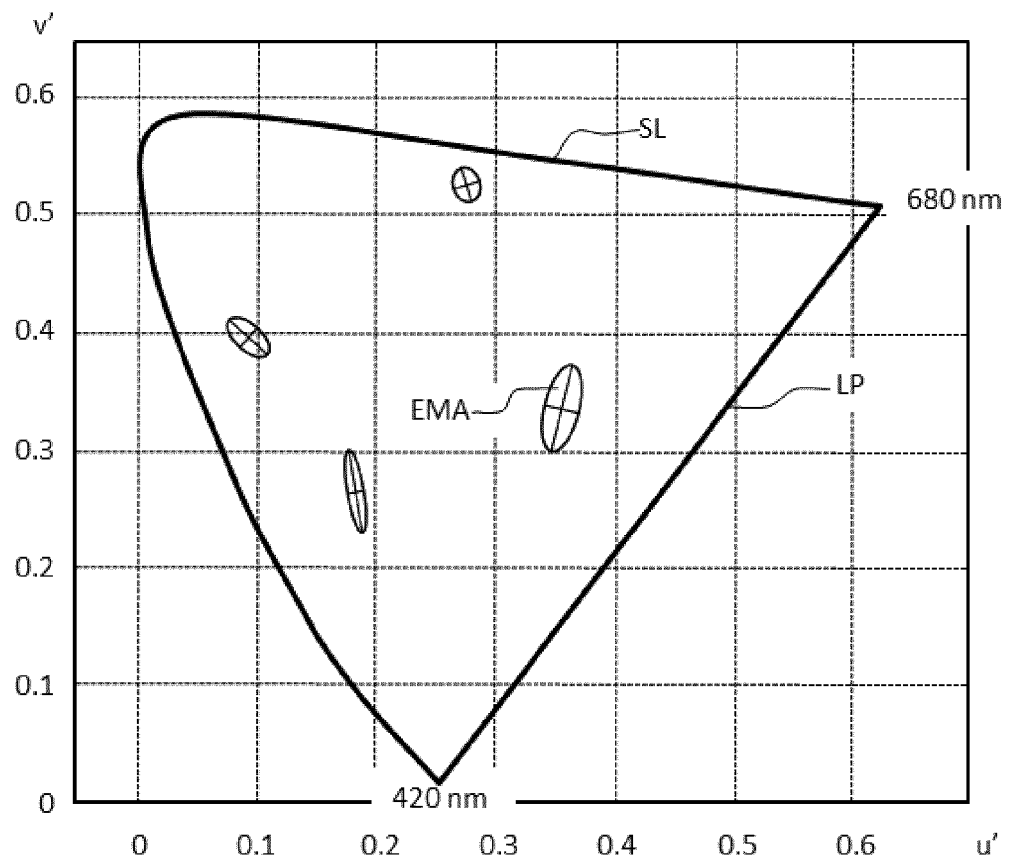


FIG. 1

[Fig. 2]

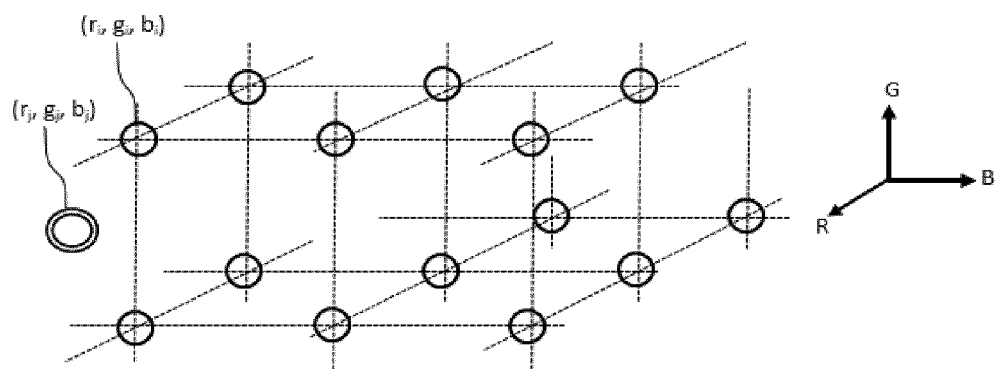
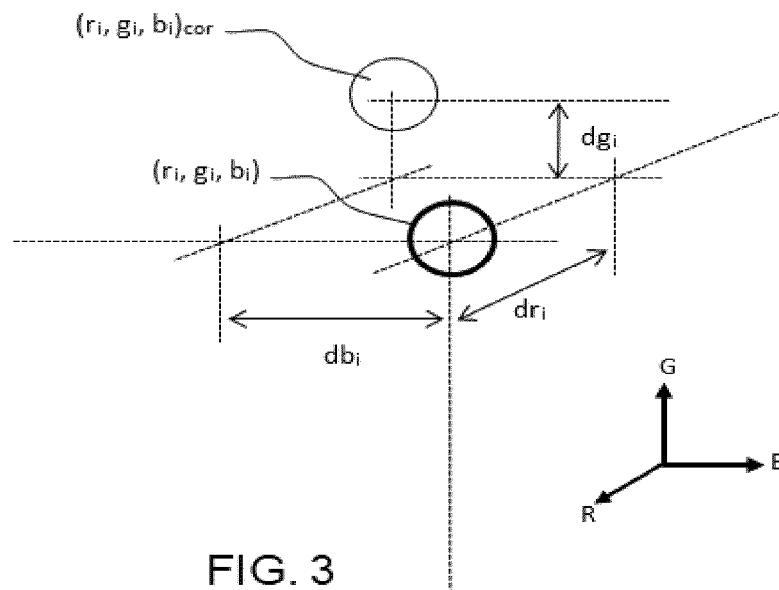


FIG. 2

[Fig. 3]



[Fig. 4]

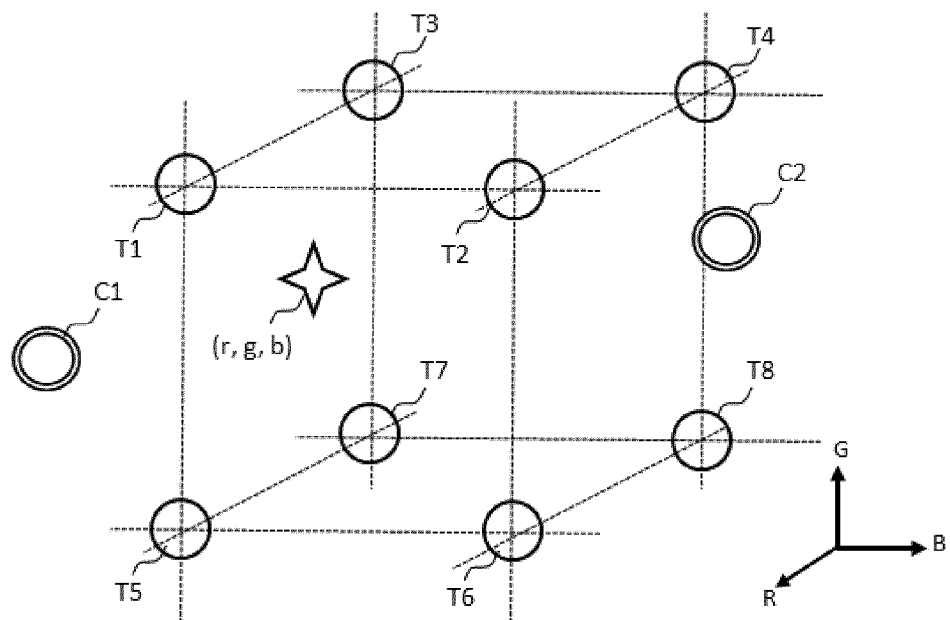


FIG. 4

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.

Documents brevets cités dans la description

- US 2015213771 A1 [0004]
- US 2017221403 A1 [0004]
- US 2014043369 A1 [0004]