

(12) 按照专利合作条约所公布的国际申请

(19) 世界知识产权组织
国际局



(43) 国际公布日
2009 年 12 月 3 日 (03.12.2009)

PCT

(10) 国际公布号
WO 2009/143717 A1

- (51) 国际专利分类号:
G09G 5/02 (2006.01) H04N 9/64 (2006.01)
- (21) 国际申请号: PCT/CN2009/000609
- (22) 国际申请日: 2009 年 5 月 31 日 (31.05.2009)
- (25) 申请语言: 中文
- (26) 公布语言: 中文
- (30) 优先权:
200810113241.1 2008 年 5 月 28 日 (28.05.2008) CN
200810115671.7 2008 年 6 月 26 日 (26.06.2008) CN
- (71) 申请人 (对除美国外的所有指定国): 北京中视中科光电技术有限公司 (PHOEBUS VISION OPTO-ELECTRONICS TECHNOLOGY LTD.) [CN/CN]; 中国北京市海淀区永丰产业基地永捷北路 3 号现代企业加速器 B 座 5 层, Beijing 100094 (CN)。
- (72) 发明人: 及
- (75) 发明人/申请人 (仅对美国): 张明勇 (ZHANG, Mingyong) [CN/CN]; 中国北京市海淀区永丰产业基地永捷北路 3 号现代企业加速器 B 座 5 层, Bei-

jing 100094 (CN)。王延伟 (WANG, Yanwei) [CN/CN]; 中国北京市海淀区永丰产业基地永捷北路 3 号现代企业加速器 B 座 5 层, Beijing 100094 (CN)。毕勇 (BI, Yong) [CN/CN]; 中国北京市海淀区永丰产业基地永捷北路 3 号现代企业加速器 B 座 5 层, Beijing 100094 (CN)。

(74) 代理人: 北京泛华伟业知识产权代理有限公司 (PANAWELL & PARTNERS, LLC); 中国北京市西城区西直门外大街 1 号西环广场 2 号楼 18 层 5-6, Beijing 100044 (CN)。

(81) 指定国 (除另有指明, 要求每一种可提供的国家保护): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW。

[见续页]

(54) Title: METHOD AND SYSTEM FOR EXTENDING COLOR GAMUT

(54) 发明名称: 一种色域扩展系统和方法

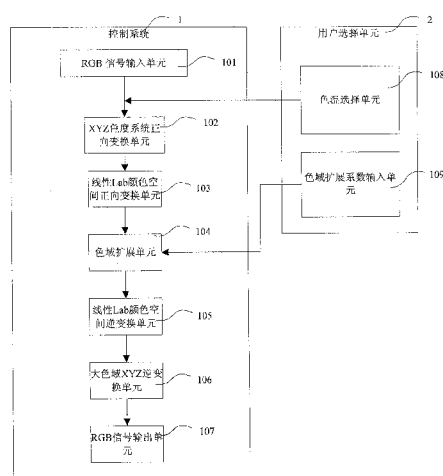


图 1 / Fig. 1

- 1 CONTROL SYSTEM
2 USER SELECT UNIT
101 RGB SIGNAL INPUT UNIT
102 FORWARD TRANSFORM UNIT OF XYZ CHROMA SYSTEM
103 FORWARD TRANSFORM UNIT OF LINEAR LAB COLOR SPACE
104 COLOR GAMUT EXTENSION UNIT
105 REVERSE TRANSFORM UNIT OF LINEAR LAB COLOR SPACE
106 REVERSE TRANSFORM UNIT OF LARGE COLOR GAMUT XYZ
107 RGB SIGNAL OUTPUT UNIT
108 COLOR TEMPERATURE SELECT UNIT
109 EXTENSION COEFFICIENTS OF COLOR GAMUT INPUT UNIT

(57) Abstract: A system for extending color gamut is provided, which includes the following units: a signal input unit inputs the color information of pixel; a forward transform unit transforms the color information of pixel to values of L, a, b in the linear Lab color space; a color gamut extension unit receives the extension coefficients of color gamut, extends the values of L, a, b which provided by the forward transform unit to the new values of L, a, b in the linear Lab color space according to the extension coefficients of color gamut; a reverse transform unit transforms the extension values of L, a, b to the color information of pixel in a large color gamut; a signal output unit outputs the color information of pixel in a large color gamut. A corresponding method for extending color gamut is provided.

[见续页]

WO 2009/143717 A1



(84) **指定国** (除另有指明, 要求每一种可提供的地区保护): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 欧亚 (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), 欧洲 (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO,

SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG)。

本国际公布:

— 包括国际检索报告(条约第 21 条(3))。

(57) 摘要:

本发明提供一种色域扩展系统, 该系统包括以下单元: 信号输入单元, 用于输入像素颜色信息; 正向变换单元, 用于将所述的像素颜色信息转换为线性 Lab 颜色空间中的 L、a、b 值; 色域扩展单元, 用于接收色域扩展系数, 并在线性 Lab 颜色空间中根据所述的色域扩展系数, 将所述正向变换单元提供的 L、a、b 值扩展为新的 L、a、b 值; 逆向变换单元, 用于将扩展后的 L、a、b 值转换为大色域的像素颜色信息; 信号输出单元, 用于输出所述大色域的像素颜色信息。本发明还提供了相应的色域扩展方法。

一种色域扩展系统及方法

技术领域

本发明涉及显示领域，尤其是显示领域的色域扩展技术。

背景技术

大色域显示设备能显示比原有显示设备更多的色彩内容，如更深的红色。然而现有影像色彩标准和采用这些色彩标准的视频内容的色域较小，所以用大色域显示设备再现所述视频内容会使大色域显示设备丰富的色彩显示能力不能得以充分体现。

一种可行的解决方案是采用色域扩展技术，即将原有色彩标准规定的色域映射到大色域显示设备的色域。现有技术中实现这种色域扩展的常用方法是采用三维查找表和插值相结合的技术，这也是色彩管理标准流程中重要的步骤。根据这种方法，色彩显示效果主要取决于三维查找表的规格和表中数据，以及所采用的插值方法；色彩管理系统可以有多个三维查找表，每个查找表对应一个色域扩展方案，用户根据自己的需要从中选择一个色彩显示效果。基于三维查找表和插值的色域映射方法虽然具有开放性和一定的灵活性，但是同时也存在以下的不足：1) 因为色彩显示效果的种类与三维查找表的个数一致，由于三维查找表的个数是有限的，并且考虑到成本，也不会设置过多，所以用户对色彩显示效果的选择限定于有限的几种效果，无法达到连续调节的目的；2) 通用性不高，即一种显示设备对应的所述查找表数据不能很好地适用于另一种显示设备；3) 要占用大量用于存放所述查找表数据的存储器资源，从而提高了硬件成本；4) 而且，就色域扩展来说，用户对色彩扩展效果的感受主要取决于用户对喜好色的偏爱，这种偏爱是因人而异的，有限的几个所述查找表难以满足各类人群的这种偏爱。总之，采用基于三维查找表和插值的色域映射方法在自由度、通用性、硬件成本问题上并没有被很好地解决。

另外，虽然不少现有显示设备设有饱和度调节装置和方法，但其定义的饱和度主要是基于矩阵变换的色差信号，如 YCbCr 信号将 RGB 颜色信号分解为一个亮度信号 Y 和两个色差信号 Cb、Cr，饱和

度调节主要通过调节这两个色差信号实现。而上述色差信号不是定义在均匀颜色空间上的，所以这类饱和度调节装置和方法调整精度低，若用于色域扩展，会出现较明显的色相偏移。所谓均匀颜色空间是指在该空间内各色区中人眼的颜色感知差异相同的颜色空间。

发明内容

本发明的目的在于克服上述技术缺陷，提供一种能够实现连续调节的色域扩展系统和方法。

为实现上述发明目的，本发明提供了一种色域扩展系统，包括：信号输入单元、正向变换单元、色域扩展单元、逆向变换单元和信号输出单元；

所述信号输入单元用于输入像素颜色信息；

所述正向变换单元用于将所述的像素颜色信息转换为线性 Lab 颜色空间中的 L、a、b 值；

所述色域扩展单元用于在线性 Lab 颜色空间中根据色域扩展系数将所述正向变换单元提供的 L、a、b 值扩展为新的 L、a、b 值；

所述逆向变换单元用于将扩展后的 L、a、b 值转换为大色域的像素颜色信息；

所述信号输出单元用于输出所述大色域的像素颜色信息。

其中，所述色域扩展系统还包括重要颜色管理单元，所述重要颜色管理单元用于判断当前颜色是否属于重要颜色范围，并根据判断结果计算弱化系数；

所述色域扩展单元还用于接收所述弱化系数，并在线性 Lab 颜色空间中根据所述色域扩展系数和弱化系数，将所述正向变换单元提供的 L、a、b 值扩展为新的 L、a、b 值。

其中，所述色域扩展系统还包括色域扩展系数输入单元，用于供用户输入色域扩展系数。

其中，所述色域扩展系统还包括色温选择单元，用于供用户选择色温值，该色温值作为所述正向变换单元和逆向变换单元的输入参数。

其中，所述重要颜色管理单元包括色品坐标计算单元和弱化系数

计算单元,所述色品坐标计算单元用于计算当前颜色色品坐标,所述的弱化系数计算单元用于根据当前颜色色品坐标判断当前颜色是否属于重要颜色范围,并根据判断结果计算弱化系数。

其中,所述像素颜色信息是 RGB 信号。

其中,所述正向变换单元包括 XYZ 色度系统正向变换单元和线性 Lab 颜色空间正向变换单元;所述 XYZ 色度系统正向变换单元用于将 RGB 系统的 R、G、B 三激励值变换成 XYZ 系统的 X、Y、Z 三激励值;所述线性 Lab 颜色空间正向变换单元用于将 X、Y、Z 三激励值变换到线性 Lab 颜色空间中的 L、a、b 值;

所述逆向变换单元包括线性 Lab 颜色空间逆变换单元和大色域 XYZ 逆变换单元;所述线性 Lab 颜色空间逆变换单元用于将色域扩展后的 L、a、b 值变换为 XYZ 系统的大色域 X、Y、Z 激励值;所述大色域 XYZ 逆变换单元用于将所述大色域 X、Y、Z 激励值变换为大色域 RGB 系统的 R、G、B 激励值。

本发明还提供了一种色域扩展方法,包括如下步骤:

- 1) 输入像素颜色信息;
- 2) 将所述像素颜色信息转换为线性 Lab 颜色空间中的 L、a、b 值;
- 3) 在线性 Lab 颜色空间中,根据色域扩展系数,将所述步骤 2) 提供的 L、a、b 值扩展为新的 L、a、b 值;
- 4) 将扩展后的 L、a、b 值转换为大色域的像素颜色信息;
- 5) 输出所述大色域的像素颜色信息。

其中,所述步骤 3) 中,还包括计算当前颜色的色品坐标,判别当前颜色是否属于重要颜色范围,根据判断结果计算弱化系数,接收设置的色域扩展系数,并根据所述设置的色域扩展系数和所述弱化系数计算得到修正后的色域扩展系数;在线性 Lab 颜色空间中,根据修正后的色域扩展系数,将所述步骤 2) 提供的 L、a、b 值扩展为新的 L、a、b 值。

其中,所述步骤 3) 中,所述色域扩展系数由用户输入。

其中,所述步骤 2) 中,还包括由用户选择色温值,根据该色温值将像素颜色信息转换为线性 Lab 颜色空间中的 L、a、b 值;所述步

骤4)中,根据所述色温值,将扩展后的L、a、b值转换为大色域的象素颜色信息。

其中,所述象素颜色信息是RGB信号。

其中,所述步骤2)包括如下子步骤:

2 1)将RGB系统的R、G、B三激励值变换成XYZ系统的X、Y、Z三激励值;

2 2)将X、Y、Z三激励值变换到线性Lab颜色空间中的L、a、b值;

所述步骤4)包括如下子步骤:

4 1)将色域扩展后的L、a、b值变换为XYZ系统的大色域X、Y、Z激励值;

4 2)将所述大色域X、Y、Z激励值变换为大色域RGB系统的R、G、B激励值。

其中,所述步骤3)中,判别当前颜色是否属于重要颜色范围的步骤如下:

3 1)设定所有重要颜色的色品坐标基准值;

3 2)在色品坐标系中,当前颜色色品坐标落在以任意一个所述色品坐标基准值为中心的具有一定尺寸的几何图形内时,判定当前颜色属于重要颜色范围;否则,判定当前颜色不属于重要颜色范围;所述几何图形的尺寸由预先设定的门限值限定。

其中,所述步骤3 2)中,所述几何图形为正方形,且该正方形的边与色品坐标系的坐标轴平行或垂直。

其中,所述步骤3 2)中,所述几何图形为正方形,且该正方形的边与色品坐标系的坐标轴呈45度夹角。

其中,所述步骤3)中,所述计算弱化系数和计算修正后的色域扩展系数的步骤如下:

3 3)当当前颜色不属于重要颜色范围时,弱化系数 $K=1$;当当前颜色属于重要颜色范围时,则对于每个色品坐标基准值,以所述色品坐标基准值为中心,作经过当前颜色色品坐标点的正方形,将其中最小的正方形的边长与所述门限值所限定正方形的边长的比值作为弱化系数 K ;

3 4) 由弱化系数 K 和设置的色域扩展系数 VGE 计算得到修正后的色域扩展系数 $VGE_{new} = (VGE - 1) * K + 1$ 。

本发明具有的有益技术效果包括:

- 1、本发明的色域扩展系统和方法能够实现色域扩展系数的连续调节。
- 2、本发明的色域扩展方法的算法计算效率高, 对系统资源要求低, 更好地满足高数据量的视频信号实时处理的要求。
- 3、本发明在线性 Lab 颜色空间进行色域扩展处理, 能够较好地避免色相偏差现象的发生, 具有更高的精度和准确性。
- 4、本发明的色域扩展系统和方法引入了重要颜色管理的过程, 使得重要的颜色在色域扩展的过程中不会造成过大的失真。

附图说明

以下, 结合附图来详细说明本发明的实施例, 其中:

图 1 是本发明一个实施例的连续可调的色域扩展的装置示意图;

图 2 是本发明另一个实施例的连续可调的色域扩展的装置示意图;

图 3 是在色品坐标系统中重要颜色的范围的一个模型;

图 4 是在色品坐标系统中重要颜色的范围的另一模型;

图 5 是在色品坐标系统中计算输入信号的色品坐标点到重要颜色色品坐标点的距离示意图, 其中重要颜色范围以图 3 中的模型为例;

图 6 是在色品坐标系统中计算输入信号的色品坐标点到重要颜色色品坐标点的距离示意图, 其中重要颜色范围以图 4 中的模型为例。

具体实施方式

实施例 1

下面结合说明书附图, 详细说明本发明。图 1 表示了本实施例的

连续可调的色域扩展的装置示意图。该装置包括用户选择单元 2 和控制系统 1，该控制系统 1 接收用户选择单元 2 发送的信号并完成色域扩展。其中，用户选择单元 2 包括可供用户选择色温值的色温选择单元 108 以及可由用户自由设定色域扩展系数的色域扩展系数输入单元 109，其中色温选择单元 108 向用户提供若干个色温值来选择，例如 5400K、6500K、9300K 等；控制系统 1 包括 RGB 信号输入单元 101、XYZ 色度系统正向变换单元 102、线性 Lab 颜色空间正向变换单元 103、色域扩展单元 104、线性 Lab 颜色空间逆变换单元 105、大色域 XYZ 逆变换单元 106 和 RGB 信号输出单元 107。所述 RGB 信号是指表示视频数据象素颜色信息的数字信号。RGB 信号输入单元 101 接收符合一定色彩编码标准（如 **Rec. ITU-R BT.709** 标准）的视频信号，该信号中的每一个象素点包含红绿蓝三基色的激励值信息，设为 R、G 和 B，XYZ 色度系统正向变换单元 102 将 R、G、B 三激励值变换成 XYZ 色度系统的三激励值，其中变换过程因色温不同而不同，色温值由用户借助色温选择单元 108 选择。线性 Lab 颜色空间正向变换单元 103 将 XYZ 三激励值变换到线性 Lab 颜色空间中的 L、a 和 b，该变换过程也由色温值决定，上述的线性 Lab 颜色空间的定义以及由 XYZ 三激励值变换到线性 Lab 颜色空间中的转换过程公开在 2004 年出版的 SPIE 杂志中名为“Evaluation of smoothness tonal change reproduction on multi-primary display: Comparison of color conversion algorithm, Proc. SPIE, Vol. 5289, pp:275-283 (2004)”的科技文献中。色域扩展单元 104 接收用户利用色域扩展系数输入单元 109 自由设定的值，对 a 和 b 进行色域扩展运算得到 a_{new} 和 b_{new} 。然后线性 Lab 颜色空间逆变换单元 105 将色域扩展后的 a_{new} 和 b_{new} 及其 L 变换回 XYZ 系统的激励值 X_{new} 、 Y_{new} 和 Z_{new} 。大色域 XYZ 逆变换单元 106 将 X_{new} 、 Y_{new} 和 Z_{new} 变换到大色域 RGB 系统的 R_{new} 、 G_{new} 和 B_{new} ，并经 RGB 信号输出单元 107 输出 R_{new} 、 G_{new} 和 B_{new} 信号。

实施例 2

根据本发明的第二个实施例，提供了一种实现连续可调的色域扩展的方法，具体来说，该方法包括：

步骤 201: RGB 信号输入单元 101 输入预定色彩编码标准的视频信号, 其中视频信号中的每一个象素点包含红绿蓝三基色激励值的信息, 为 R、G 和 B;

步骤 202: 用户通过用户选择单元 2 上的色温选择单元 108 从若干个色温值中选择其中的一个;

步骤 203: XYZ 色度系统正向变换单元 102 根据用户选择的色温值, 将 R、G 和 B 按照相应的色彩编码标准变换成 X、Y 和 Z;

其中上述步骤 203 的具体步骤为:

步骤 2031: 通过对应红绿蓝三色的三个一维查找表将 R、G 和 B 变换成线性颜色数据 Rs、Gs 和 Bs, 变换关系取决于所采用的颜色编码标准, 例如对 BT.709 标准, 采用公式(1-1)

$$\begin{cases} V = 1.099M^{0.45} - 0.099 & \text{当 } 0.018 \leq M \leq 1 \text{ 时} \\ V = 4.500M & \text{当 } 0 \leq M < 0.018 \text{ 时} \end{cases} \quad \text{公式(1-1)}$$

其中, M 为规一化信号强度, V 是线性化数据结果。如 RGB 颜色信号用 n 位二进制数据表示, 则 $M = R/2^n$ (或 $G/2^n$, 或 $B/2^n$) (R、G、B 的取值范围为 $0 \sim 2^n - 1$), 对应 $V = Rs$ (或 Gs , 或 Bs), 并且所有的 V 值事先计算完毕, 以查找表的方式存储在 XYZ 色度系统正向变换单元 102 的存储器中。

步骤 2032: XYZ 色度系统正向变换单元 102 中存有与借助色温选择单元 108 可以选择的所有色温值对应的正向变换矩阵, 通过用户选择的色温值, XYZ 色度系统正向变换单元 102 可以找到与该色温

值对应的正向变换矩阵 $\begin{bmatrix} C11 & C12 & C13 \\ C21 & C22 & C23 \\ C31 & C32 & C33 \end{bmatrix}$, 借助公式(1-2)得到 X、Y 和

Z。

$$\begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} C11 & C12 & C13 \\ C21 & C22 & C23 \\ C31 & C32 & C33 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} Rs \\ Gs \\ Bs \end{bmatrix} \quad \text{公式(1-2)}$$

例如, 若用户设置的色温是 6500K, 则其正向变换关系为:

$$\begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.4124 & 0.3576 & 0.1805 \\ 0.2126 & 0.7152 & 0.0722 \\ 0.0193 & 0.1192 & 0.9505 \end{bmatrix} * \begin{bmatrix} R_s \\ G_s \\ B_s \end{bmatrix} \quad \text{公式 (1-3)}$$

步骤 204: 线性 Lab 颜色空间正向变换单元 103 根据公式(1-4)将 X、Y 和 Z 变换成线性 Lab 颜色空间中的 L、a 和 b。

$$\begin{bmatrix} L \\ a \\ b \end{bmatrix} = T_{Lab} * \begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & 100/Y_n & 0 \\ 500/X_n & -500/Y_n & 0 \\ 0 & 200/Y_n & -200/Z_n \end{bmatrix} * \begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \end{bmatrix} \quad \text{公式(1-4)}$$

其中, 不同的色温对应不同的 T_{Lab} , 用户通过色温选择单元 108 选择设定的所有色温值都各对应一个 T_{Lab} , 所有的 T_{Lab} 都存储在线性 Lab 颜色空间正向变换单元 103 中, 线性 Lab 颜色空间正向变换单元 103 可以通过读取用户设定的色温值方便地查找到与其对应的 T_{Lab} 。 T_{Lab} 中的 X_n 、 Y_n 和 Z_n 是这样确定的, 用户设定每一个色温值都拥有对应色品坐标, 例如用户设定色温值为 T_A , 则 T_A 对应的色品坐标为 (X_A, Y_A, Z_A) , 则 X_n 、 Y_n 和 Z_n 用公式(1-5)计算得到。

$$\begin{cases} X_n = \frac{x_A}{y_A} * 100 \\ Y_n = 100 \\ Z_n = \frac{z_A}{y_A} * 100 \end{cases} \quad \text{公式(1-5)}$$

例如, 若用户设定色温为 6500K, 其色品坐标为 (0.3127, 0.3290, 0.3583), 由公式 (1-5) 可得 $(X_n, Y_n, Z_n) = (95.04, 100, 108.89)$; 从而由公式(1-4)可得在该色温下 XYZ 色度系统向线性 Lab 颜色空间的变换公式:

$$\begin{bmatrix} L \\ a \\ b \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & 1.0 & 0 \\ 5.2609 & -5.0 & 0 \\ 0 & 2.0 & -1.8367 \end{bmatrix} * \begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \end{bmatrix} \quad \text{公式 (1-6)}$$

本实施例在线性 Lab 颜色空间进行色域扩展处理, 它是标准 Lab 颜色空间的很好近似, 标准 Lab 颜色空间是国际照明委员会 CIE 定义的均匀颜色空间, 是颜色管理流程中的标准工作空间。所谓均匀颜色空间是指这样一种颜色空间, 在该空间内各色区中人眼的颜色感知差异相同。但是将视频的颜色信号转换到 Lab 颜色空间的算法非常复

杂,不利于实时处理,所以本实施例所述的色域扩展方法将工作空间定义在线性 Lab 颜色空间上,这样便大大简化了转换算法,减小了计算量;并且由于本实施例在近似于均匀颜色空间的线性 Lab 颜色空间进行色域扩展运算,因此相对基于色差信号的调整方法,本实施例能够较好地避免色相偏差现象的发生,具有更高的精度和准确性。

步骤 205: 色域扩展单元 104 接收用户通过色域扩展系数输入单元 109 自由设定的色域扩展系数 VGE,并在线性 Lab 颜色空间中对 a 和 b 进行扩展处理,得到 a_{new} 和 b_{new} , 计算方法采用公式(1-7):

$$\begin{cases} a_{new} = a * VGE; \\ b_{new} = b * VGE; \end{cases} \quad \text{公式(1-7)}$$

步骤 206: 线性 Lab 颜色空间逆变换单元 105 将 L、 a_{new} 和 b_{new} 变换回 XYZ 空间中,得到 X_{new} 、 Y_{new} 和 Z_{new} , 变换过程采用下面的公式(1-8):

$$\begin{bmatrix} X_{new} \\ Y_{new} \\ Z_{new} \end{bmatrix} = T_{Lab}^{-1} \begin{bmatrix} L \\ a_{new} \\ b_{new} \end{bmatrix} \quad \text{公式(1-8)}$$

其中, T_{Lab}^{-1} 为步骤 204 中的 T_{Lab} 的逆矩阵,因此不同的色温值也对应不同的 T_{Lab}^{-1} , 所有的 T_{Lab}^{-1} 存储在线性 Lab 颜色空间逆变换单元 105 的存储器中,线性 Lab 颜色空间逆变换单元 105 根据用户设定的色温值读取相应的 T_{Lab}^{-1} , 利用公式(1-8)得到设定色温下的 X_{new} 、 Y_{new} 和 Z_{new} 。

步骤 207: 大色域 XYZ 逆变换单元 106 将 X_{new} 、 Y_{new} 和 Z_{new} 变换回 RGB 系统中的激励值 R_{new} 、 G_{new} 和 B_{new} 。

上述步骤 207 的详细过程如下:

步骤 2071: 利用大色域显示设备 XYZ 色度系统逆向转换矩阵

$$\begin{bmatrix} T11 & T12 & T13 \\ T21 & T22 & T23 \\ T31 & T32 & T33 \end{bmatrix}, \text{该矩阵由大色域显示设备的三基色色品坐标和该显}$$

示设备最亮白场对应的色温决定,其计算方法可以从相关色度学知识

得到。将 X_{new} 、 Y_{new} 和 Z_{new} 转换到线性颜色数据 R_{snew} 、 G_{snew} 和 B_{snew} 。

变换过程采用公式(1-9):

$$\begin{bmatrix} R_{snew} \\ G_{snew} \\ B_{snew} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} T11 & T12 & T13 \\ T21 & T22 & T23 \\ T31 & T32 & T33 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} X_{new} \\ Y_{new} \\ Z_{new} \end{bmatrix} \quad \text{公式(1-9)}$$

步骤 2072: 借助预先建立的从线性颜色数据到 RGB 系统激励值的查找表, 将 R_{snew} 、 G_{snew} 和 B_{snew} 变换到 RGB 系统中的激励值 R_{new} 、 G_{new} 和 B_{new} 。

上述变换过程中, 也可将步骤 206 和步骤 207 合成一个步骤完成。

步骤 208: RGB 信号输出单元 107 将 R_{new} 、 G_{new} 和 B_{new} 输出。

因为本实施例的色域扩展系统及方法中的所有变换过程需要的矩阵都可以预先计算好, 并存入到存储器中, 因此涉及到矩阵的乘法运算仅仅只需进行几个线性计算, 并且本实施例采用的算法中没有非线性的计算, 因此计算效率很高, 满足大数据量视频的实时处理的要求。

本实施例中, 输入的象素颜色信息是 RGB 信号, 但本发明也可以采用其它信号做为象素颜色信息, 如 YCbCr 信号, 这是本领域的技术人员能够理解的。

实施例 3

在附图 2 中示出了根据本发明的第三个实施例, 下面将结合说明书附图, 详细说明本实施例。

本实施例中涉及重要颜色这一概念。下面首先对重要颜色进行简要介绍。

重要颜色是指人眼常见的、对其比较敏感的颜色。比如人眼对肤色很敏感, 这就要求显示技术有较好的肤色再现能力。因此进行重要颜色管理能进一步提高显示效果。

进行重要颜色管理, 首先要区分重要颜色和非重要颜色的区域, 或者说确定重要颜色的边界。颜色是一个三维物理量, 所关注的重要颜色区域在颜色空间中常常以一个封闭的不规则立体的形式存在, 因而准确确定其边界是一项复杂的工作, 往往需要在不同颜色空间(比

如 RGB 空间, Lab 空间, YCbCr 空间)采用不同判断式的综合结果来表示;另外,划定的重要颜色区域可能不只一个,各个重要颜色区域的形状也可能不一样,这就更增加了计算输入颜色点是否属于重要颜色区域的复杂度。

由于上述复杂性,传统的显示技术在对饱和度进行调节时,往往没有对重要颜色进行有效保护,整个显示画面的饱和度都整体变化,这样一来,当画面中有重要颜色(比如肤色)存在时就会明显觉察到重要颜色(肤色)偏色的现象。针对上述问题,实施例 3 和实施例 4 提出包含重要颜色管理的颜色管理方案。

图 2 表示了本实施例的连续可调的色域扩展的装置示意图。该装置包括用户选择单元 2 和控制系统 1,该控制系统 1 接收用户选择单元 2 发送的信号并完成色域扩展。其中,用户选择单元 2 包括可供用户选择色温值的色温选择单元 210 以及可由用户自由设置色域扩展系数的色域扩展系数输入单元 211,其中色温选择单元 210 向用户提供若干个色温值来选择,例如 5400K、6500K、9300K 等;控制系统 1 包括 RGB 信号输入单元 201、XYZ 色度系统正向变换单元 202、线性 Lab 颜色空间正向变换单元 203、由色品坐标计算单元 205 和弱化系数计算单元 206 组成的重要颜色管理单元 3、色域扩展单元 204、线性 Lab 颜色空间逆变换单元 207、大色域 XYZ 逆变换单元 208 和 RGB 信号输出单元 209。所述 RGB 信号是指表示视频数据象素颜色信息的数字信号。RGB 信号输入单元 201 接收符合一定色彩编码标准(如 Rec. ITU-R BT.709 标准)的视频信号,该信号中的每一个象素点包含红绿蓝三基色的激励值信息,设为 R、G 和 B,XYZ 色度系统正向变换单元 202 将 R、G、B 三激励值变换成 XYZ 色度系统的三激励值,其中变换过程因色温不同而不同,色温值由用户借助色温选择单元 210 选择。线性 Lab 颜色空间正向变换单元 203 将 XYZ 三激励值变换到线性 Lab 颜色空间中的 L、a 和 b,该变换过程也由色温值决定,上述的线性 Lab 颜色空间的定义和以及由 XYZ 三激励值变换到线性 Lab 颜色空间中的转换过程公开在“Evaluation of smoothness tonal change reproduction on multi-primary display:Comparison of color conversion algorithm, Proc. SPIE, Vol. 5289,

pp:275-283 (2004)”的科技文献中。本实施例中所述重要颜色管理单元 3 用于判断当前颜色是否属于重要颜色范围,并根据判断结果计算弱化系数。所述重要颜色管理单元包括色品坐标计算单元 205 和弱化系数计算单元 206。色品坐标计算单元 205 将 XYZ 三激励值变换到色品坐标系统中的色品坐标(x, y),弱化系数计算单元 206 判断色品坐标(x, y)是否属于重要颜色范围内,并根据判断结果计算弱化系数,色域扩展单元 204 接收用户利用色域扩展系数输入单元 211 自由设定的值,同时接收弱化系数,对 a 和 b 进行色域扩展运算得到 a_{new} 和 b_{new} 。然后线性 Lab 颜色空间逆变换单元 207 将色域扩展后的 a_{new} 和 b_{new} 及其 L 变换回 XYZ 色度系统的激励值 X_{new} 、 Y_{new} 和 Z_{new} 。大色域 XYZ 逆变换单元 208 将 X_{new} 、 Y_{new} 和 Z_{new} 变换到大色域 RGB 系统的 R_{new} 、 G_{new} 和 B_{new} , 并经 RGB 信号输出单元 209 输出 R_{new} 、 G_{new} 和 B_{new} 信号。

实施例 4

根据本发明的第四个实施例,提供了一种实现连续可调的色域扩展的方法,具体来说,该方法包括:

步骤 401: RGB 信号输入单元 201 输入预定色彩编码标准的视频信号,其中视频信号中的每一个象素点包含红绿蓝三基色激励值的信息,为 R、G 和 B;

步骤 402: 用户通过用户选择单元 2 上的色温选择单元 210 从若干个色温值中选择其中的一个;

步骤 403: XYZ 色度系统正向变换单元 202 根据用户选择的色温值,将 R、G 和 B 按照相应的色彩编码标准变换成 X、Y 和 Z;

其中上述步骤 403 的具体步骤为:

步骤 4031: 通过对应红绿蓝三色的三个一维查找表将 R、G 和 B 变换成线性颜色数据 Rs、Gs 和 Bs,变换关系取决于所采用的色彩编码标准,例如对 BT.709 标准,采用公式(2-1)

$$\begin{cases} V = 1.099M^{0.45} - 0.099 & \text{当 } 0.018 \leq M \leq 1 \text{ 时} \\ V = 4.500M & \text{当 } 0 \leq M < 0.018 \text{ 时} \end{cases} \quad \text{公式(2-1)}$$

其中, M 为规一化信号强度, V 是线性化数据结果。如 RGB 颜

色信号用 n 位二进制数据表示, 则当 $M=R/2^n$ 时, 对应 $V=R_s$; 当 $M=G/2^n$ 时, 对应 $V=G_s$; 当 $M=B/2^n$ 时, 对应 $V=B_s$, 其中 R 、 G 、 B 的取值范围为 $0 \sim (2^n - 1)$, 并且所有的 V 值事先计算完毕, 以查找表的方式存储在 XYZ 色度系统正向变换单元 202 的存储器中。

步骤 4032: XYZ 色度系统正向变换单元 202 中存有与借助色温选择单元 210 可以选择的所有色温值对应的正向变换矩阵, 通过用户选择的色温值, XYZ 色度系统正向变换单元 202 可以找到与该色温

值对应的正向变换矩阵 $\begin{bmatrix} C11 & C12 & C13 \\ C21 & C22 & C23 \\ C31 & C32 & C33 \end{bmatrix}$, 借助公式(2-2)得到 X 、 Y 和 Z 。

$$\begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} C11 & C12 & C13 \\ C21 & C22 & C23 \\ C31 & C32 & C33 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} R_s \\ G_s \\ B_s \end{bmatrix} \quad \text{公式(2-2)}$$

例如, 若用户设置的色温是 6500K, 则其正向变换关系为:

$$\begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.4124 & 0.3576 & 0.1805 \\ 0.2126 & 0.7152 & 0.0722 \\ 0.0193 & 0.1192 & 0.9505 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} R_s \\ G_s \\ B_s \end{bmatrix} \quad \text{公式(2-3)}$$

步骤 404: 线性 Lab 颜色空间正向变换单元 203 根据公式(2-4)将 X 、 Y 和 Z 变换成线性 Lab 颜色空间中的 L 、 a 和 b 。

$$\begin{bmatrix} L \\ a \\ b \end{bmatrix} = T_{Lab} \cdot \begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & 100/Y_n & 0 \\ 500/X_n & -500/Y_n & 0 \\ 0 & 200/Y_n & -200/Z_n \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \end{bmatrix} \quad \text{公式(2-4)}$$

其中, 不同的色温对应不同的 T_{Lab} , 用户通过色温选择单元 210 选择设定的所有色温值都各对应一个 T_{Lab} , 所有的 T_{Lab} 都存储在线性 Lab 颜色空间正向变换单元中, 线性 Lab 颜色空间正向变换单元 203 可以通过读取用户设定的色温值方便地查找到与其对应的 T_{Lab} 。 T_{Lab} 中的 X_n 、 Y_n 和 Z_n 是这样确定的, 用户设定每一个色温值都拥有对应色品坐标, 例如用户设定色温值为 T_A , 则 T_A 对应的色品坐标为 (x_A, y_A, z_A) , 则 X_n 、 Y_n 和 Z_n 用公式(2-5)计算得到。

$$\begin{cases} X_n = \frac{x_A}{y_A} \cdot 100 \\ Y_n = 100 \\ Z_n = \frac{z_A}{y_A} \cdot 100 \end{cases} \quad \text{公式(2-5)}$$

例如，若用户设定色温为 6500K，其色品坐标为 (0.3127, 0.3290, 0.3583)，由公式 (2-5) 可得 (X_n, Y_n, Z_n) = (95.05, 100, 108.91)；从而由公式(2-4)可得在该色温下 XYZ 色度系统向线性 Lab 颜色空间的变换公式：

$$\begin{bmatrix} L \\ a \\ b \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0 & 1.0 & 0 \\ 5.2604 & -5.0 & 0 \\ 0 & 2.0 & -1.8364 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} X \\ Y \\ Z \end{bmatrix} \quad \text{公式 (2-6)}$$

本实施例在线性 Lab 颜色空间进行色域扩展处理，它是标准 Lab 颜色空间的很好近似，标准 Lab 颜色空间是国际照明委员会 CIE 定义的均匀颜色空间，是颜色管理流程中的标准工作空间。所谓均匀颜色空间是指这样一种颜色空间，在该空间内各色区中人眼的颜色感知差异相同。但是将视频的颜色信号转换到 Lab 颜色空间的算法非常复杂，不利于实时处理，所以本实施例所述的色域扩展方法将工作空间定义在线性 Lab 颜色空间上，这样便大大简化了转换算法，减小了计算量；并且由于本实施例在近似于均匀颜色空间的线性 Lab 颜色空间进行色域扩展运算，因此相对基于色差信号的调整方法，本实施例能够较好地避免色相偏差现象的发生，具有更高的精度和准确性。

步骤 405：色品坐标计算单元 205 同时从 X、Y 和 Z 计算出对应的 RGB 色品坐标(x,y)，其中 x 和 y 通过公式(2-7)计算得到。

$$\begin{cases} x = X / (X + Y + Z) \\ y = Y / (X + Y + Z) \end{cases} \quad \text{公式(2-7)}$$

步骤 406：弱化系数计算单元 206 接收 x 和 y，判断该 RGB 色品坐标(x,y)是否属于重要颜色对应色品坐标及其附近的范围（即重要颜色范围）内，并根据判断结果计算弱化系数 K。

上述步骤 406 可以采用（但并不限于）如下过程实现：

首先判定 RGB 色品坐标(x,y)是否属于重要颜色范围内，其中重

要颜色范围可以为如下两种重要颜色范围的模型,假设重要颜色色品坐标包含三个,分别记为 (x_1, y_1) , (x_2, y_2) , (x_3, y_3) :

模型 1: 以重要颜色的色品坐标为正方形的中心,向外延伸一定距离的正方形范围定义为重要颜色范围,其中正方形的边界均与色品坐标系统的坐标轴平行或垂直,如图 3 所示。

模型 2: 以重要颜色的色品坐标为正方形的中心,向外延伸一定距离的正方形范围定义为重要颜色范围,其中正方形的边界均与色品坐标系统的坐标轴呈 45 度夹角,如图 4 所示。

以下以模型 1 为例,则步骤 406 可以采用(但并不限于)如下过程实现:

步骤 4061: 如图 5 所示,由实线表示的以重要颜色色品坐标为中心的长方形定义了重要颜色的范围,且这些长方形的边长都等于 a ,选取边长的一半定义为门限值,即该门限值为 $a/2$,也可以说这些定义重要颜色范围的长方形的几何尺寸由该门限值限定。

步骤 4062: 找到步骤 405 中计算得到的 RGB 色品坐标 (x, y) (图 5 中为 P) 在色品坐标系统的位置,记为 P ,然后分别计算 P 到所有的重要颜色的色品坐标的横向和纵向距离。如图 5 所示,不妨以重要颜色色品坐标包含三个为例,则计算采用公式(2-8)。

$$\begin{cases} dx_1 = |x_1 - x|; dy_1 = |y_1 - y|; \\ dx_2 = |x_2 - x|; dy_2 = |y_2 - y|; \\ dx_3 = |x_3 - x|; dy_3 = |y_3 - y|; \end{cases} \quad \text{公式(2-8)}$$

步骤 4063: 采用公式(2-9)计算出 d_1 、 d_2 和 d_3 。

$$d_1 = \max(dx_1, dy_1); d_2 = \max(dx_2, dy_2); d_3 = \max(dx_3, dy_3) \quad \text{公式(2-9)}$$

结合图 5,可以得出 d_1 、 d_2 和 d_3 分别等于以三个重要颜色的色品坐标为中心、外边界经过当前 RGB 色品坐标 (x, y) 并且边界均是平行或垂直于色品坐标系统的坐标轴的三个正方形(在图 5 中由虚线表示)的边长的一半。

步骤 4064: 比较 d_1 、 d_2 和 d_3 ,并取出最小的一个,设为 d ,则 $d = \min(d_1, d_2, d_3)$ 。由此可见, $2d$ 就等于步骤 4063 中的三个正方形中

的边长值中最小的一个,即选择了边长最短的一个正方形,不妨假设 $d_1 < d_2 < d_3$,如图 5 所示,此时 $2d$ 等于图 5 中以 C_1 为中心的虚线表示的正方形边长 $2d_1$ 。此步骤的目的在于确定当前 RGB 色品坐标 (x,y) 到底应该以哪一个重要颜色的色品坐标为基准计算后续步骤的弱化系数 K 。

步骤 4065: 计算弱化系数 K , 计算的过程为: 判断 d 是否大于门限值, 即判断 d 是否 $> a/2$, 如果 $d > a/2$, 则 RGB 色品坐标不属于重要颜色范围, 且 $K=1$; 如果 $d \leq a/2$, 则 RGB 色品坐标属于重要颜色范围, 且 $K=2d/a$, 可见弱化系数是依照步骤 4063 中三个正方形中边长最小的一个正方形 (即最小的正方形) 进行计算的, 而且由 RGB 色品坐标属于重要颜色范围时弱化系数的计算公式可以得出: 该弱化系数等于步骤 4063 中最小的正方形的边长与表征重要颜色范围的所述门限值限定的正方形的边长的比值。

步骤 406 中判断 RGB 色品坐标 (x,y) 是否属于重要颜色范围和计算弱化系数的方法还可以采用图 4 中模型 2 定义的重要颜色范围模型, 则只需将步骤 4061-步骤 4065 的步骤用如下具体步骤替代:

步骤 40611: 如图 6 所示, 由实线表示的以重要颜色色品坐标为中心的长方形定义了重要颜色的范围, 且这些长方形的对角线的长度都等于 b , 选取对角线长度的一半定义为门限值, 即该门限值为 $b/2$, 同样也可以说这些定义重要颜色范围的长方形的几何尺寸由该门限值限定。

步骤 40621: 与上述的步骤 4062 的过程相同。

步骤 40631: 采用公式(2-10)计算出了 l_1 、 l_2 和 l_3 :

$$l_1 = dx_1 + dy_1; l_2 = dx_2 + dy_2; l_3 = dx_3 + dy_3 \quad \text{公式 (2-10)}$$

如图 6 所示, 可以得出 l_1 、 l_2 和 l_3 分别等于以三个重要颜色的色品坐标为中心、外边界经过当前 RGB 色品坐标 (x,y) (图 6 中为 P) 并且边界均与色品坐标系统的坐标轴呈 45 度夹角的三个正方形 (在图 6 中由虚线表示) 的对角线的一半。

步骤 40641: 比较 l_1 、 l_2 和 l_3 , 并取出最小的一个, 设为 l , 则 $l = \min(l_1, l_2, l_3)$ 。由此可见, $2l$ 就等于步骤 40631 中的三个正方形中的

对角线长度中最小的一个,即选择了对角线最短的一个正方形,不妨假设 $l_1 < l_2 < l_3$,如图6所示,此时 $2l_1$ 等于图6中以 C_1 为中心的虚线表示的正方形的对角线的长度 $2l_1$ 。此步骤的目的在于确定当前RGB色品坐标 (x,y) 到底应该与哪一个色品坐标为基准计算后续步骤的弱化系数 K 。

步骤40651: 计算弱化系数 K ,计算的过程为: 判断 l 是否 $> b/2$,如果 $l > b/2$,则RGB色品坐标不属于重要颜色范围,且 $K=1$; 如果 $l \leq b/2$,则RGB色品坐标属于重要颜色范围,且 $K=2l/b$ 。可见弱化系数 K 是依照步骤40631中三个正方形中对角线长度最短的一个正方形(即最小的正方形)进行计算的,而且根据几何学知识,正方形对角线长度与正方形边长的比值固定,并结合RGB色品坐标属于重要颜色范围时弱化系数的计算公式,可以得到如下结论: RGB色品坐标属于重要颜色范围时弱化系数等于步骤40631中最小的正方形的对角线长度与表征重要颜色范围的所述门限值限定的正方形的对角线长度的比值,也就等于步骤40631中最小的正方形的边长与表征重要颜色范围的所述门限值限定的正方形的边长的比值。

步骤407: 色域扩展单元204接收用户通过色域扩展系数输入单元211自由设置的色域扩展系数 VGE ,并综合步骤406中计算得到的弱化系数 K ,得到修正后的 VGE_{new} ,其中 $VGE_{new} = (VGE - 1) * K + 1$,然后在线性Lab颜色空间中对 a 和 b 进行扩展处理,得到 a_{new} 和 b_{new} ,计算方法采用公式(2-11):

$$\begin{cases} a_{new} = a \cdot VGE_{new}; \\ b_{new} = b \cdot VGE_{new}; \end{cases} \quad \text{公式(2-11)}$$

这样,对于不属于重要颜色范围的颜色, $K=1$,故 VGE_{new} 与 VGE 相比没有发生变化,其色域扩展的效果和实施例1和/或实施例2中的效果相同;而对于重要颜色范围内的颜色,因为 $K < 1$,所以 $VGE_{new} < VGE$ 。而且随着色品坐标越靠近重要颜色色品坐标, VGE_{new} 越趋近于1,从而在色域扩展过程中弱化重要颜色的扩展,能够降低重要颜色在色域扩展过程中的失真程度,起到保护重要颜色的作用。

本实施例提出的重要颜色管理方案具有以下优点:

1、同一物体的颜色在不同强度的光照下呈现不同的亮暗情况，但是其色品坐标能基本保持稳定，也即色觉不变。本实施例以色品坐标标志重要颜色的区域中心，具有很好的准确度。

2、本实施例可以方便地设定多个重要颜色区域，并且各重要颜色区域的大小可以灵活设定。

3、本实施例在二维平面上进行计算，并且所定义的重要颜色区域的边界采用了统一的简单几何形状，因而算法简单，且具有一致的算法，易于采用并行算法结构。采用正方形的形状（特别是所述模式1），在算法上的描述非常简洁，有利于减少计算量，提高本实施例的运算速度和实时性。

4、本实施例设定的色域扩展弱化系数K具有从重要颜色中心向边界逐渐变化取值（从0到1）的特点，这样使得色域扩展的程度在非重要颜色与重要颜色之间有平滑的过渡。

步骤 408：线性 Lab 颜色空间逆变换单元 207 将 L 、 a_{new} 和 b_{new} 变换回 XYZ 色度系统中，得到 X_{new} 、 Y_{new} 和 Z_{new} ，变换过程采用下面的公式(2-12)：

$$\begin{bmatrix} X_{\text{new}} \\ Y_{\text{new}} \\ Z_{\text{new}} \end{bmatrix} = T_{\text{Lab}}^{-1} \begin{bmatrix} L \\ a_{\text{new}} \\ b_{\text{new}} \end{bmatrix} \quad \text{公式(2-12)}$$

其中， T_{Lab}^{-1} 为步骤 404 中的 T_{Lab} 的逆矩阵，因此不同的色温值也对应不同的 T_{Lab}^{-1} ，所有的 T_{Lab}^{-1} 存储在线性 Lab 颜色空间逆变换单元 207 的存储器中，线性 Lab 颜色空间逆变换单元 207 根据用户设定的色温值读取相应的 T_{Lab}^{-1} ，利用公式(2-12)得到设定色温下的 X_{new} 、 Y_{new} 和 Z_{new} 。

步骤 409：大色域 XYZ 逆变换单元 208 将 X_{new} 、 Y_{new} 和 Z_{new} 变换回 RGB 系统中的激励值 R_{new} 、 G_{new} 和 B_{new} 。

上述步骤 409 的可以采用（但并不限于）如下过程实现：

步骤 4091：利用大色域显示设备 XYZ 色度系统逆向转换矩阵

$$\begin{bmatrix} T11 & T12 & T13 \\ T21 & T22 & T23 \\ T31 & T32 & T33 \end{bmatrix} \text{ 将 } X_{\text{new}}、Y_{\text{new}} \text{ 和 } Z_{\text{new}} \text{ 转换到线性颜色空间 } R_{\text{snew}}、G_{\text{snew}}$$

和 B_{snew} ，变换过程采用公式(2-13)。该大色域显示设备 XYZ 色度系

统逆向转换矩阵 $\begin{bmatrix} T11 & T12 & T13 \\ T21 & T22 & T23 \\ T31 & T32 & T33 \end{bmatrix}$ 由大色域显示设备的三基色色品坐

标和该显示设备最亮白场对应的色温决定，其计算方法可以从相关色度学知识得到。

$$\begin{bmatrix} R_{snew} \\ G_{snew} \\ B_{snew} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} T11 & T12 & T13 \\ T21 & T22 & T23 \\ T31 & T32 & T33 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} X_{new} \\ Y_{new} \\ Z_{new} \end{bmatrix} \quad \text{公式(2-13)}$$

步骤 4092：借助预先建立的从线性 Lab 颜色空间激励值到 RGB 系统激励值的查找表，将 R_{snew} 、 G_{snew} 和 B_{snew} 变换到 RGB 系统中的激励值 R_{new} 、 G_{new} 和 B_{new} 。

上述变换过程中，也可将步骤 408 和步骤 409 合成一个步骤完成。

步骤 410：RGB 信号输出单元 209 将 R_{new} 、 G_{new} 和 B_{new} 输出。

因为本实施例的色域扩展系统及方法中的所有变换过程需要的矩阵均是由预先计算好，并存入到存储器中，因此涉及到矩阵的乘法运算仅仅只需进行几个线性计算，并且本实施例采用的算法中没有非线性的计算，因此计算效率很高，满足大数据量视频的实时处理的要求。

本实施例中，输入的象素颜色信息是 RGB 信号，但本实施例也可以采用其它信号做为象素颜色信息，如 YCbCr 信号，这是本领域的技术人员能够理解的。

本发明具有的有益技术效果包括：

1、本发明的色域扩展系统和方法能够实现色域扩展系数的连续调节。

2、本发明的色域扩展方法的算法计算效率高，对系统资源要求低，更好地满足高数据量的视频信号实时处理的要求。

3、本发明在线性 Lab 颜色空间进行色域扩展处理，它是标准 Lab 颜色空间的很好近似，标准 Lab 颜色空间是国际照明委员会 CIE 定

义的均匀颜色空间，是颜色管理流程中的标准工作空间。所谓均匀颜色空间是指这样一种颜色空间，在该空间内各色区中人眼的颜色感知差异相同。但是将视频的颜色信号转换到标准 Lab 颜色空间的算法非常复杂，不利于实时处理，所以本发明所述的色域扩展方法将工作空间定义在线性 Lab 颜色空间上这样便大大简化了转换算法，减小了计算量；并且由于本发明在近似于均匀颜色空间的线性 Lab 颜色空间进行色域扩展运算，因此相对基于色差信号的调整方法，本发明能够较好地避免色相偏差现象的发生，具有更高的精度和准确性。

4、本发明的色域扩展系统和方法引入了重要颜色管理的过程，使得重要的颜色在色域扩展的过程中不会造成过大的失真。

以上所述的具体实施例对本发明的目的、技术方案以及有益效果进行了详细的说明。所应理解的是，上述内容仅为本发明的具体实施例而已，并不用于限制本发明。凡在本发明的精神与原则之内，所做的任何修改、等同替换以及改进等，均应包含在本发明的保护范围之内。

权 利 要 求

1. 一种色域扩展系统，包括：信号输入单元、正向变换单元、色域扩展单元、逆向变换单元和信号输出单元；

所述信号输入单元用于输入象素颜色信息；

所述正向变换单元用于将所述的象素颜色信息转换为线性 Lab 颜色空间中的 L、a、b 值；

所述色域扩展单元用于在线性 Lab 颜色空间中根据色域扩展系数将所述正向变换单元提供的 L、a、b 值扩展为新的 L、a、b 值；

所述逆向变换单元用于将扩展后的 L、a、b 值转换为大色域的象素颜色信息；

所述信号输出单元用于输出所述大色域的象素颜色信息。

2. 根据权利要求 1 所述的色域扩展系统，其特征在于，所述色域扩展系统还包括重要颜色管理单元，所述重要颜色管理单元用于判断当前颜色是否属于重要颜色范围，并根据判断结果计算弱化系数；

所述色域扩展单元还用于接收所述弱化系数，并在线性 Lab 颜色空间中根据所述色域扩展系数和弱化系数，将所述正向变换单元提供的 L、a、b 值扩展为新的 L、a、b 值。

3. 根据权利要求 1 或 2 所述的色域扩展系统，其特征在于，所述色域扩展系统还包括色域扩展系数输入单元，用于供用户输入色域扩展系数。

4. 根据权利要求 1 或 2 所述的色域扩展系统，其特征在于，所述色域扩展系统还包括色温选择单元，用于供用户选择色温值，该色温值作为所述正向变换单元和逆向变换单元的输入参数。

5. 根据权利要求 2 所述的色域扩展系统，其特征在于，所述重要颜色管理单元包括色品坐标计算单元和弱化系数计算单元，所述色品坐标计算单元用于计算当前颜色色品坐标，所述的弱化系数计算单元用于根据当前颜色色品坐标判断当前颜色是否属于重要颜色范围，并根据判断结果计算弱化系数。

6. 根据权利要求 1 或 2 所述的色域扩展系统，其特征在于，所述象素颜色信息是 RGB 信号。

7. 根据权利要求 6 所述的色域扩展系统, 其特征在于, 所述正向变换单元包括 XYZ 色度系统正向变换单元和线性 Lab 颜色空间正向变换单元; 所述 XYZ 色度系统正向变换单元用于将 RGB 系统的 R、G、B 三激励值变换成 XYZ 系统的 X、Y、Z 三激励值; 所述线性 Lab 颜色空间正向变换单元用于将 X、Y、Z 三激励值变换到线性 Lab 颜色空间中的 L、a、b 值;

所述逆向变换单元包括线性 Lab 颜色空间逆变换单元和大色域 XYZ 逆变换单元; 所述线性 Lab 颜色空间逆变换单元用于将色域扩展后的 L、a、b 值变换为 XYZ 系统的大色域 X、Y、Z 激励值; 所述大色域 XYZ 逆变换单元用于将所述大色域 X、Y、Z 激励值变换为大色域 RGB 系统的 R、G、B 激励值。

8. 一种色域扩展方法, 包括如下步骤:

- 1) 输入像素颜色信息;
- 2) 将所述像素颜色信息转换为线性 Lab 颜色空间中的 L、a、b 值;
- 3) 在线性 Lab 颜色空间中, 根据色域扩展系数, 将所述步骤 2) 提供的 L、a、b 值扩展为新的 L、a、b 值;
- 4) 将扩展后的 L、a、b 值转换为大色域的像素颜色信息;
- 5) 输出所述大色域的像素颜色信息。

9. 根据权利要求 8 所述的色域扩展方法, 其特征在于, 所述步骤 3) 中, 还包括计算当前颜色的色品坐标, 判别当前颜色是否属于重要颜色范围, 根据判断结果计算弱化系数, 接收设置的色域扩展系数, 并根据所述设置的色域扩展系数和所述弱化系数计算得到修正后的色域扩展系数; 在线性 Lab 颜色空间中, 根据修正后的色域扩展系数, 将所述步骤 2) 提供的 L、a、b 值扩展为新的 L、a、b 值。

10. 根据权利要求 8 或 9 所述的色域扩展方法, 其特征在于, 所述步骤 3) 中, 所述色域扩展系数由用户输入。

11. 根据权利要求 8 或 9 所述的色域扩展方法, 其特征在于, 所述步骤 2) 中, 还包括由用户选择色温值, 根据该色温值将像素颜色信息转换为线性 Lab 颜色空间中的 L、a、b 值; 所述步骤 4) 中, 根据所述色温值, 将扩展后的 L、a、b 值转换为大色域的像素颜色信

息。

12. 根据权利要求 8 或 9 所述的色域扩展方法, 其特征在于, 所述象素颜色信息是 RGB 信号。

13. 根据权利要求 12 所述的色域扩展方法, 其特征在于, 所述步骤 2) 包括如下子步骤:

21) 将 RGB 系统的 R、G、B 三激励值变换成 XYZ 系统的 X、Y、Z 三激励值;

22) 将 X、Y、Z 三激励值变换到线性 Lab 颜色空间中的 L、a、b 值;

所述步骤 4) 包括如下子步骤:

41) 将色域扩展后的 L、a、b 值变换为 XYZ 系统的大色域 X、Y、Z 激励值;

42) 将所述大色域 X、Y、Z 激励值变换为大色域 RGB 系统的 R、G、B 激励值。

14. 根据权利要求 9 所述的色域扩展方法, 其特征在于, 所述步骤 3) 中, 判别当前颜色是否属于重要颜色范围的步骤如下:

31) 设定所有重要颜色的色品坐标基准值;

32) 在色品坐标系中, 当前颜色色品坐标落在以任意一个所述色品坐标基准值为中心的具有一定尺寸的几何图形内时, 判定当前颜色属于重要颜色范围; 否则, 判定当前颜色不属于重要颜色范围; 所述几何图形的尺寸由预先设定的门限值限定。

15. 根据权利要求 14 所述的色域扩展方法, 其特征在于, 所述步骤 32) 中, 所述几何图形为正方形, 且该正方形的边与色品坐标系的坐标轴平行或垂直。

16. 根据权利要求 15 所述的色域扩展方法, 其特征在于, 所述步骤 32) 中, 所述几何图形为正方形, 且该正方形的边与色品坐标系的坐标轴呈 45 度夹角。

17. 根据权利要求 15 或 16 所述的色域扩展方法, 其特征在于, 所述步骤 3) 中, 所述计算弱化系数和计算修正后的色域扩展系数的步骤如下:

33) 当当前颜色不属于重要颜色范围时, 弱化系数 $K=1$; 当当前

颜色属于重要颜色范围时,则对于每个色品坐标基准值,以所述色品坐标基准值为中心,作经过当前颜色色品坐标点的正方形,将其中最小的正方形的边长与所述门限值所限定正方形的边长的比值作为弱化系数 K;

34) 由弱化系数 K 和设置的色域扩展系数 VGE 计算得到修正后的色域扩展系数 $VGE_{\text{new}} = (VGE - 1) * K + 1$ 。

1/4

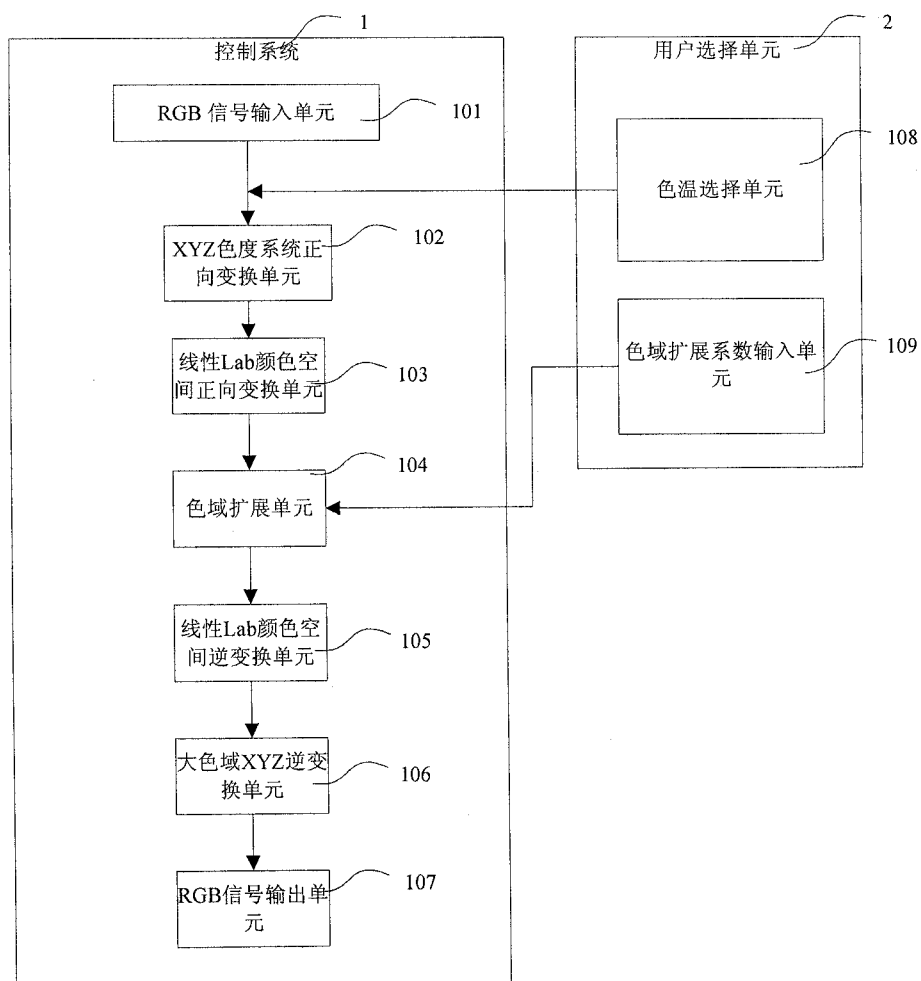


图 1

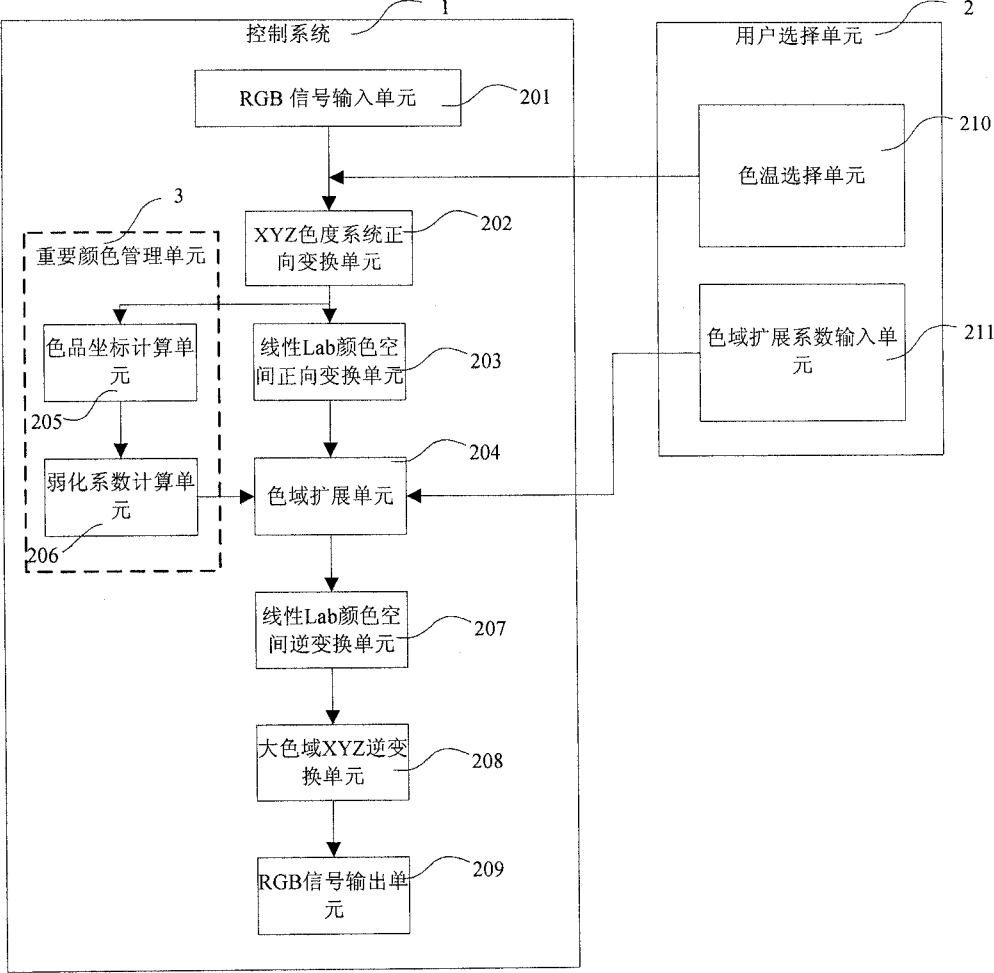


图 2

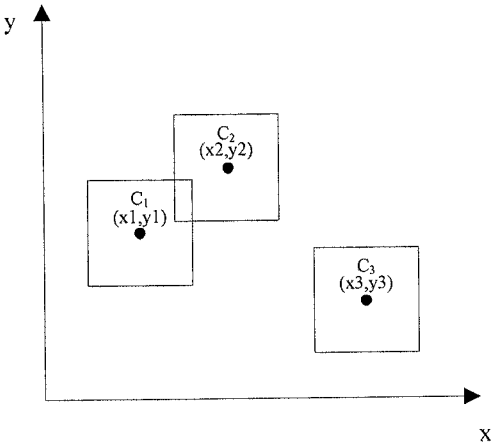


图 3

3/4

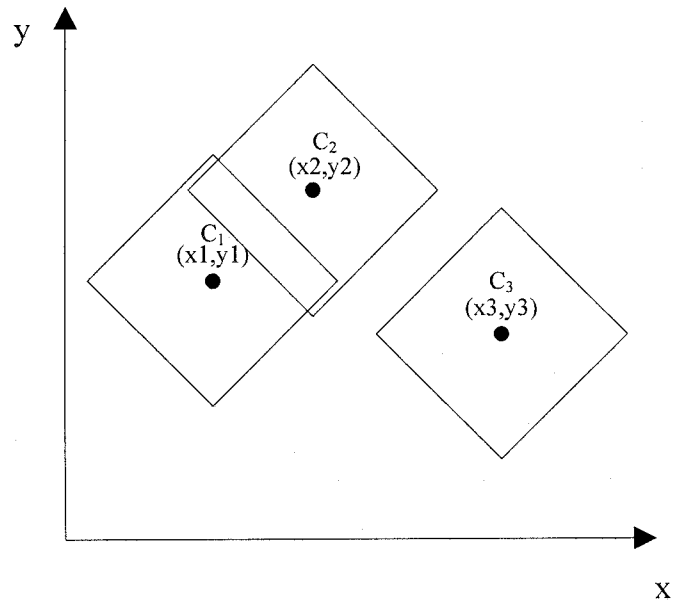


图 4

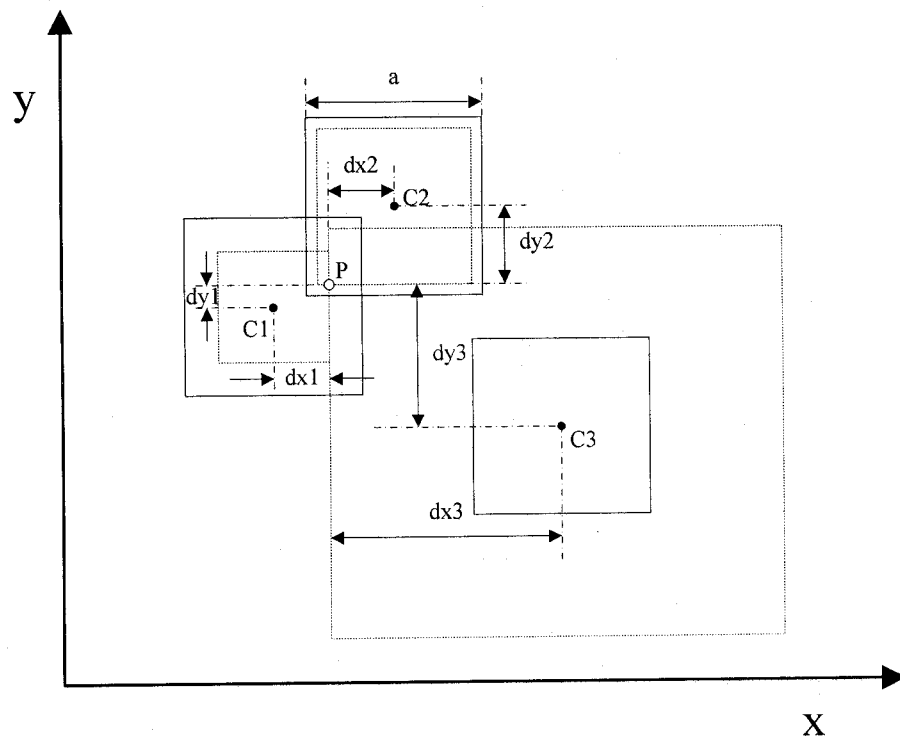


图 5

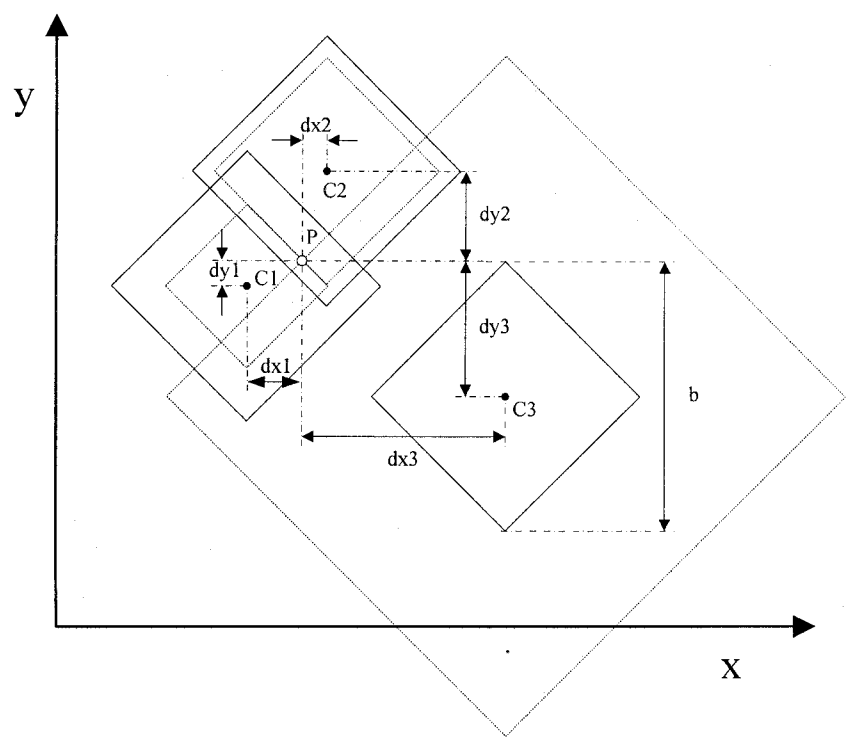


图 6

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2009/000609

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

See the extra sheet

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC: H04N1/-, H04N9/-, G06F, G09G5/-

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

WPI, EPODOC, PAJ: gamut,color space,wide,large,color,range,extend+,extension,expand+, conver???, wide,large,display, transform???, temperature,chroma+

CNPAT, CNKI:

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	CN101068368A(UNIV DONGNAN)07 Nov. 2007(07.11.2007) the description page 2 line 2–page 4 line 17, page 5 line 11–page 7 line 15, figure 1	1, 6, 8, 12
Y	See the same pages	7, 13
Y	HAO JIANG, WEI GUO. Fast LUT Architecture In Gamut Extension. Information Technology. Apr. 2008, No. 4, page 141, ISSN1009-2552	7, 13
A	KR20030052451A(KOREA ELECTRONICS TELECOMM)27 June 2003(27.06.2003)the abstract	1-17
A	US6147772A(SILICON GRAPHICS INC)14 Nov. 2000(14.11.2000)the whole document	1-17
A	US2008043270A1(SAMSUNG ELECTRONICS CO LTD)21 Feb. 2008(21.02.2008) the whole document	1-17

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date	“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
“L” document which may throw doubts on priority claim (S) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	“&” document member of the same patent family
“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	
“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	

Date of the actual completion of the international search 20 Aug. 2009(20.08.2009)	Date of mailing of the international search report 10 Sep. 2009 (10.09.2009)
---	--

Name and mailing address of the ISA/CN
The State Intellectual Property Office, the P.R.China
6 Xitucheng Rd., Jimen Bridge, Haidian District, Beijing, China
100088
Facsimile No. 86-10-62019451

Authorized officer

GUO Xiaoyu

Telephone No. (86-10)62411453

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/CN2009/000609

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
CN101068368A	07.11.2007	NONE	
KR20030052451A	27.06.2003	KR100406868B	21.11.2003
US6147772A	14.11.2000	WO9737281A1	09.10.1997
		US5946113A	31.08.1999
US2008043270A1	21.02.2008	KR20080016362A	21.02.2008

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2009/000609

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

G09G5/02(2006.01)i

H04N9/64(2006.01)i

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2009/000609

A. 主题的分类

见附加页

按照国际专利分类表(IPC)或者同时按照国家分类和 IPC 两种分类

B. 检索领域

检索的最低限度文献(标明分类系统和分类号)

IPC: H04N1/-, H04N9/-, G06F, G09G5/-

包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献

在国际检索时查阅的电子数据库(数据库的名称, 和使用的检索词(如使用))

WPI, EPODOC, PAJ: gamut,color space,color space,wide,large,color,range,extend+,extension,expand+, conver???, wide,large,display, transform???, temperature,chroma+

CNPAT, CNKI: 色域,色空间,扩展,扩大,宽,色,显示,转换,压缩,重要,敏感,肤色,系数,参数,色温,色品

C. 相关文件

类 型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求
X	CN101068368A(东南大学)07.11 月 2007(07.11.2007)说明书第 2 页第 2 行一第 4 页第 17 行, 第 5 页第 11 行一第 7 页第 15 行, 图 1	1, 6, 8, 12
Y	出处同上	7, 13
Y	姜浩, 郭炜.色域扩展中的快速查找表结构.信息技术.2008 年 4 月, 第 4 期, 141 页, ISSN1009-2552	7, 13
A	KR20030052451A(KOREA ELECTRONICS TELECOMM)27.6 月 2003(27.06.2003)摘要	1-17
A	US6147772A(SILICON GRAPHICS INC)14.11 月 2000(14.11.2000)全文	1-17
A	US2008043270A1(SAMSUNG ELECTRONICS CO LTD)21.2 月 2008(21.02.2008)全文	1-17



其余文件在 C 栏的续页中列出。



见同族专利附件。

* 引用文件的具体类型:

“A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件

“E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利

“L” 可能对优先权要求构成怀疑的文件, 或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件

“O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件

“P” 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件

“T” 在申请日或优先权日之后公布, 与申请不相抵触, 但为了理解发明之理论或原理的在后文件

“X” 特别相关的文件, 单独考虑该文件, 认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性

“Y” 特别相关的文件, 当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时, 要求保护的发明不具有创造性

“&” 同族专利的文件

国际检索实际完成的日期

20.8 月 2009(20.08.2009)

国际检索报告邮寄日期

10.9 月 2009 (10.09.2009)

中华人民共和国国家知识产权局(ISA/CN)

中国北京市海淀区蓟门桥西土城路 6 号 100088

传真号: (86-10)62019451

授权官员

郭晓宇

电话号码: (86-10) 62411453

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号
PCT/CN2009/000609

检索报告中引用的 专利文件	公布日期	同族专利	公布日期
CN101068368A	07.11.2007	无	
KR20030052451A	27.06.2003	KR100406868B	21.11.2003
US6147772A	14.11.2000	WO9737281A1	09.10.1997
		US5946113A	31.08.1999
US2008043270A1	21.02.2008	KR20080016362A	21.02.2008

A. 主题的分类

按照国际专利分类表(IPC)或者同时按照国家分类和 IPC 两种分类

G09G5/02(2006.01)i

H04N9/64(2006.01)i