

(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 101895771 A

(43) 申请公布日 2010. 11. 24

(21) 申请号 201010221817. 3

(22) 申请日 2010. 07. 09

(71) 申请人 中国科学院长春光学精密机械与物理研究所

地址 130033 吉林省长春市东南湖大路 3888 号

(72) 发明人 丁铁夫 王瑞光 陈宇 郑喜凤

(74) 专利代理机构 长春菁华专利商标代理事务所 22210

代理人 王淑秋

(51) Int. Cl.

H04N 9/30 (2006. 01)

H04N 9/64 (2006. 01)

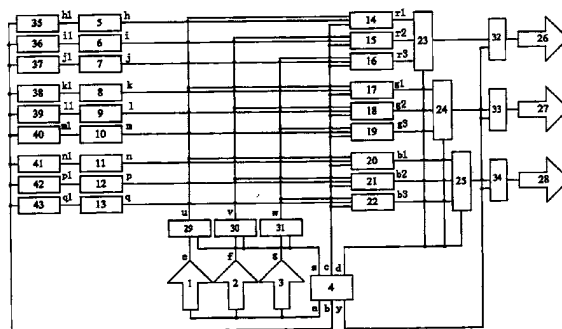
权利要求书 6 页 说明书 23 页 附图 4 页

(54) 发明名称

LED 显示屏亮色度分离采集混合校正方法

(57) 摘要

本发明涉及一种 LED 显示屏亮色度分离采集混合校正方法,该方法包括下述步骤:检测 LED 显示屏各模块内任一像素的色度参数作为该像素所在的模块的色度坐标;对显示屏上各个显示像素进行亮度采集,得到各个显示像素的亮度参数;确定显示屏各基色基准色度坐标和各个基色的基准亮度;确定任意像素的色度空间;确定各个显示像素的色度空间变换参数矩阵;利用各个显示像素的色度空间变换参数矩阵得到各像素的实时驱动显示数据;利用实时驱动显示数据驱动显示屏。本发明能够有效解决 LED 显示屏的色度均匀性校正方面存在的问题,并且色度参数采集效率高。



1. 一种 LED 显示屏亮色度分离采集混合校正方法,其特征在于包括下述步骤:

一、设定显示模块内的各像素色度参数都相等,则对于其中 m_n 模块的 i_j 像素,有:

$$\left\{ \begin{array}{l} x_{r_{[m,n][i,j]}} = x_{r_{[m,n]}} \\ y_{r_{[m,n][i,j]}} = y_{r_{[m,n]}} \\ x_{g_{[m,n][i,j]}} = x_{g_{[m,n]}} \\ y_{g_{[m,n][i,j]}} = y_{g_{[m,n]}} \quad (14) \\ x_{b_{[m,n][i,j]}} = x_{b_{[m,n]}} \\ y_{b_{[m,n][i,j]}} = y_{b_{[m,n]}} \end{array} \right.$$

其中 m 、 n 分别为像素所在的显示模块的行序数和列序数, i 、 j 分别为显示模块内像素所在的行序数和列序数;利用亮色度检测仪获得 LED 显示屏 $M \times N$ 个模块内任一像素的色度参数 $x_{r_{[m,n][i,j]}}$ 、 $y_{r_{[m,n][i,j]}}$ 、 $x_{g_{[m,n][i,j]}}$ 、 $y_{g_{[m,n][i,j]}}$ 、 $x_{b_{[m,n][i,j]}}$ 、 $y_{b_{[m,n][i,j]}}$ 作为 m_n 模块的色度坐标 $x_{r_{[m,n]}}$ 、 $y_{r_{[m,n]}}$ 、 $x_{g_{[m,n]}}$ 、 $y_{g_{[m,n]}}$ 、 $x_{b_{[m,n]}}$ 、 $y_{b_{[m,n]}}$;

对显示屏上各个显示像素进行亮度采集;得到各个显示像素的亮度参数 $[B_{r_{[m,n][i,j]}}$ 、 $B_{g_{[m,n][i,j]}}$ 、 $B_{b_{[m,n][i,j]}}$];

二、确定显示屏上所有显示像素的色度坐标围成的最小色度三角形覆盖范围,该最小色度三角形的各个顶点的色度坐标 $[x_{r_{min}}$ 、 $y_{r_{min}}$ 、 $x_{g_{min}}$ 、 $y_{g_{min}}$ 、 $x_{b_{min}}$ 、 $y_{b_{min}}$] 即为整个显示屏各基色基准色度坐标;

确定各个基色的基准亮度 $[B_{r_{min}}$ 、 $B_{g_{min}}$ 、 $B_{b_{min}}$],即基准色度空间的基色空间内切最小亮度数值;

则 LED 平板显示屏基准色度空间可以表示为:

$$\begin{bmatrix} X_{min} \\ Y_{min} \\ Z_{min} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} C_{r_{min}}x_{r_{min}} & C_{g_{min}}x_{g_{min}} & C_{b_{min}}x_{b_{min}} \\ C_{r_{min}}y_{r_{min}} & C_{g_{min}}y_{g_{min}} & C_{b_{min}}y_{b_{min}} \\ C_{r_{min}}z_{r_{min}} & C_{g_{min}}z_{g_{min}} & C_{b_{min}}z_{b_{min}} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} R \\ G \\ B \end{bmatrix} \quad (15)$$

其中 $Z_{r_{min}} = 1 - x_{r_{min}} - y_{r_{min}}$; $Z_{g_{min}} = 1 - x_{g_{min}} - y_{g_{min}}$; $Z_{b_{min}} = 1 - x_{b_{min}} - y_{b_{min}}$;

R 、 G 、 B 为红、绿、蓝输入显示数据;

$$\begin{bmatrix} C_{r_{min}} \\ C_{g_{min}} \\ C_{b_{min}} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} B_{r_{min}} / y_{r_{min}} \\ B_{g_{min}} / y_{g_{min}} \\ B_{b_{min}} / y_{b_{min}} \end{bmatrix} \quad (16)$$

三、对于 m_n 模块的 i_j 像素, 它的色度空间为:

$$\begin{bmatrix} X_{[m,n][i,j]} \\ Y_{[m,n][i,j]} \\ Z_{[m,n][i,j]} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} C_{r_{[m,n][i,j]}} x_{r_{[m,n]}} & C_{g_{[m,n][i,j]}} x_{g_{[m,n]}} & C_{b_{[m,n][i,j]}} x_{b_{[m,n]}} \\ C_{r_{[m,n][i,j]}} y_{r_{[m,n]}} & C_{g_{[m,n][i,j]}} y_{g_{[m,n]}} & C_{b_{[m,n][i,j]}} y_{b_{[m,n]}} \\ C_{r_{[m,n][i,j]}} z_{r_{[m,n]}} & C_{g_{[m,n][i,j]}} z_{g_{[m,n]}} & C_{b_{[m,n][i,j]}} z_{b_{[m,n]}} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} R \\ G \\ B \end{bmatrix} \quad (17)$$

其中 $Z_{r_{[m,n]}} = 1 - x_{r_{[m,n]}} - y_{r_{[m,n]}}$; $Z_{g_{[m,n]}} = 1 - x_{g_{[m,n]}} - y_{g_{[m,n]}}$; $Z_{b_{[m,n]}} = 1 - x_{b_{[m,n]}} - y_{b_{[m,n]}}$;

$$\begin{bmatrix} C_{r_{[m,n][i,j]}} \\ C_{g_{[m,n][i,j]}} \\ C_{b_{[m,n][i,j]}} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} B_{r_{[m,n][i,j]}} / y_{r_{[m,n]}} \\ B_{g_{[m,n][i,j]}} / y_{g_{[m,n]}} \\ B_{b_{[m,n][i,j]}} / y_{b_{[m,n]}} \end{bmatrix} \quad (18)$$

式 (17) 采用驱动显示数据 $[R_{[m,n][i,j]} G_{[m,n][i,j]} B_{[m,n][i,j]}]$ 就表示为:

$$\begin{bmatrix} X_{[m,n][i,j]} \\ Y_{[m,n][i,j]} \\ Z_{[m,n][i,j]} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} C_{r_{[m,n][i,j]}} x_{r_{[m,n]}} & C_{g_{[m,n][i,j]}} x_{g_{[m,n]}} & C_{b_{[m,n][i,j]}} x_{b_{[m,n]}} \\ C_{r_{[m,n][i,j]}} y_{r_{[m,n]}} & C_{g_{[m,n][i,j]}} y_{g_{[m,n]}} & C_{b_{[m,n][i,j]}} y_{b_{[m,n]}} \\ C_{r_{[m,n][i,j]}} z_{r_{[m,n]}} & C_{g_{[m,n][i,j]}} z_{g_{[m,n]}} & C_{b_{[m,n][i,j]}} z_{b_{[m,n]}} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} R_{[m,n][i,j]} \\ G_{[m,n][i,j]} \\ B_{[m,n][i,j]} \end{bmatrix} \quad (19)$$

四、以公式 (15) 作为色度空间变换的标准, 确定各个显示像素的色度空间变换参数矩阵:

$$T_{[m,n][i,j]_{\min}} = \begin{bmatrix} C_{[m,n][i,j]_{\min}}^{rr} & C_{[m,n][i,j]_{\min}}^{rg} & C_{[m,n][i,j]_{\min}}^{rb} \\ C_{[m,n][i,j]_{\min}}^{gr} & C_{[m,n][i,j]_{\min}}^{gg} & C_{[m,n][i,j]_{\min}}^{gb} \\ C_{[m,n][i,j]_{\min}}^{br} & C_{[m,n][i,j]_{\min}}^{bg} & C_{[m,n][i,j]_{\min}}^{bb} \end{bmatrix} \quad (20)$$

$$\left. \begin{aligned}
 & C_{[m\eta][ij]_{\min}}^{rr} = \frac{\begin{vmatrix} x_{r_{\min}} & x_{g_{[m\eta]}} & x_{b_{[m\eta]}} \\ y_{r_{\min}} & y_{g_{[m\eta]}} & y_{b_{[m\eta]}} \\ z_{r_{\min}} & z_{g_{[m\eta]}} & z_{b_{[m\eta]}} \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} B_{r_{\min}} \\ y_{r_{\min}} \end{vmatrix}} \\
 & C_{[m\eta][ij]_{\min}}^{rg} = \frac{\begin{vmatrix} x_{r_{[m\eta]}} & x_{g_{[m\eta]}} & x_{b_{[m\eta]}} \\ y_{r_{[m\eta]}} & y_{g_{[m\eta]}} & y_{b_{[m\eta]}} \\ z_{r_{[m\eta]}} & z_{g_{[m\eta]}} & z_{b_{[m\eta]}} \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} B_{r_{[m\eta]}}[ij] \\ y_{r_{[m\eta]}} \end{vmatrix}} \\
 & C_{[m\eta][ij]_{\min}}^{rg} = \frac{\begin{vmatrix} x_{g_{\min}} & x_{g_{[m\eta]}} & x_{b_{[m\eta]}} \\ y_{g_{\min}} & y_{g_{[m\eta]}} & y_{b_{[m\eta]}} \\ z_{g_{\min}} & z_{g_{[m\eta]}} & z_{b_{[m\eta]}} \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} B_{g_{\min}} \\ y_{g_{\min}} \end{vmatrix}} \\
 & C_{[m\eta][ij]_{\min}}^{rg} = \frac{\begin{vmatrix} x_{r_{[m\eta]}} & x_{g_{[m\eta]}} & x_{b_{[m\eta]}} \\ y_{r_{[m\eta]}} & y_{g_{[m\eta]}} & y_{b_{[m\eta]}} \\ z_{r_{[m\eta]}} & z_{g_{[m\eta]}} & z_{b_{[m\eta]}} \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} B_{r_{[m\eta]}}[ij] \\ y_{r_{[m\eta]}} \end{vmatrix}} \\
 & C_{[m\eta][ij]_{\min}}^{rb} = \frac{\begin{vmatrix} x_{b_{\min}} & x_{g_{[m\eta]}} & x_{b_{[m\eta]}} \\ y_{b_{\min}} & y_{g_{[m\eta]}} & y_{b_{[m\eta]}} \\ z_{b_{\min}} & z_{g_{[m\eta]}} & z_{b_{[m\eta]}} \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} B_{b_{\min}} \\ y_{b_{\min}} \end{vmatrix}} \\
 & C_{[m\eta][ij]_{\min}}^{rb} = \frac{\begin{vmatrix} x_{r_{[m\eta]}} & x_{g_{[m\eta]}} & x_{b_{[m\eta]}} \\ y_{r_{[m\eta]}} & y_{g_{[m\eta]}} & y_{b_{[m\eta]}} \\ z_{r_{[m\eta]}} & z_{g_{[m\eta]}} & z_{b_{[m\eta]}} \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} B_{r_{[m\eta]}}[ij] \\ y_{r_{[m\eta]}} \end{vmatrix}} \quad (22)
 \end{aligned} \right.$$

$$\left. \begin{aligned}
 & C_{[m\eta][ij]_{\min}}^{gr} = \frac{\begin{vmatrix} x_{r_{[m\eta]}} & x_{r_{\min}} & x_{b_{[m\eta]}} \\ y_{r_{[m\eta]}} & y_{r_{\min}} & y_{b_{[m\eta]}} \\ z_{r_{[m\eta]}} & z_{r_{\min}} & z_{b_{[m\eta]}} \end{vmatrix}}{y_{r_{\min}}} \frac{B_{r_{\min}}}{y_{r_{\min}}} \\
 & C_{[m\eta][ij]_{\min}}^{gg} = \frac{\begin{vmatrix} x_{r_{[m\eta]}} & x_{g_{[m\eta]}} & x_{b_{[m\eta]}} \\ y_{r_{[m\eta]}} & y_{g_{[m\eta]}} & y_{b_{[m\eta]}} \\ z_{r_{[m\eta]}} & z_{g_{[m\eta]}} & z_{b_{[m\eta]}} \end{vmatrix}}{y_{g_{[m\eta]}}} \frac{B_{g_{[m\eta]}}[ij]}{y_{g_{[m\eta]}}} \\
 & C_{[m\eta][ij]_{\min}}^{gb} = \frac{\begin{vmatrix} x_{r_{[m\eta]}} & x_{g_{\min}} & x_{b_{[m\eta]}} \\ y_{r_{[m\eta]}} & y_{g_{\min}} & y_{b_{[m\eta]}} \\ z_{r_{[m\eta]}} & z_{g_{\min}} & z_{b_{[m\eta]}} \end{vmatrix}}{y_{g_{\min}}} \frac{B_{g_{\min}}}{y_{g_{\min}}} \\
 & C_{[m\eta][ij]_{\min}}^{gb} = \frac{\begin{vmatrix} x_{r_{[m\eta]}} & x_{g_{[m\eta]}} & x_{b_{[m\eta]}} \\ y_{r_{[m\eta]}} & y_{g_{[m\eta]}} & y_{b_{[m\eta]}} \\ z_{r_{[m\eta]}} & z_{g_{[m\eta]}} & z_{b_{[m\eta]}} \end{vmatrix}}{y_{g_{[m\eta]}}} \frac{B_{g_{[m\eta]}}[ij]}{y_{g_{[m\eta]}}} \\
 & C_{[m\eta][ij]_{\min}}^{gb} = \frac{\begin{vmatrix} x_{r_{[m\eta]}} & x_{b_{\min}} & x_{b_{[m\eta]}} \\ y_{r_{[m\eta]}} & y_{b_{\min}} & y_{b_{[m\eta]}} \\ z_{r_{[m\eta]}} & z_{b_{\min}} & z_{b_{[m\eta]}} \end{vmatrix}}{y_{b_{\min}}} \frac{B_{b_{\min}}}{y_{b_{\min}}} \\
 & C_{[m\eta][ij]_{\min}}^{gb} = \frac{\begin{vmatrix} x_{r_{[m\eta]}} & x_{g_{[m\eta]}} & x_{b_{[m\eta]}} \\ y_{r_{[m\eta]}} & y_{g_{[m\eta]}} & y_{b_{[m\eta]}} \\ z_{r_{[m\eta]}} & z_{g_{[m\eta]}} & z_{b_{[m\eta]}} \end{vmatrix}}{y_{g_{[m\eta]}}} \frac{B_{g_{[m\eta]}}[ij]}{y_{g_{[m\eta]}}}
 \end{aligned} \right\} \quad (23)$$

$$\left. \begin{aligned}
 C_{[m\ n][i\ j]_{\min}}^{br} &= \left[\begin{array}{ccc|c}
 x_{r_ [m\ n]} & x_{g_ [m\ n]} & x_{r_ \min} & B_{r_ \min} \\
 y_{r_ [m\ n]} & y_{g_ [m\ n]} & y_{r_ \min} & y_{r_ \min} \\
 z_{r_ [m\ n]} & z_{g_ [m\ n]} & z_{r_ \min} & \\
 \hline
 x_{r_ [m\ n]} & x_{g_ [m\ n]} & x_{b_ [m\ n]} & B_{b_ [m\ n][i\ j]} \\
 y_{r_ [m\ n]} & y_{g_ [m\ n]} & y_{b_ [m\ n]} & y_{b_ [m\ n]} \\
 z_{r_ [m\ n]} & z_{g_ [m\ n]} & z_{b_ [m\ n]} & \\
 \hline
 x_{r_ [m\ n]} & x_{g_ [m\ n]} & x_{g_ \min} & B_{g_ \min} \\
 y_{r_ [m\ n]} & y_{g_ [m\ n]} & y_{g_ \min} & y_{g_ \min} \\
 z_{r_ [m\ n]} & z_{g_ [m\ n]} & z_{g_ \min} & \\
 \hline
 x_{r_ [m\ n]} & x_{g_ [m\ n]} & x_{b_ [m\ n]} & B_{b_ [m\ n][i\ j]} \\
 y_{r_ [m\ n]} & y_{g_ [m\ n]} & y_{b_ [m\ n]} & y_{b_ [m\ n]} \\
 z_{r_ [m\ n]} & z_{g_ [m\ n]} & z_{b_ [m\ n]} & \\
 \hline
 x_{r_ [m\ n]} & x_{g_ [m\ n]} & x_{b_ \min} & B_{b_ \min} \\
 y_{r_ [m\ n]} & y_{g_ [m\ n]} & y_{b_ \min} & y_{b_ \min} \\
 z_{r_ [m\ n]} & z_{g_ [m\ n]} & z_{b_ \min} & \\
 \hline
 x_{r_ [m\ n]} & x_{g_ [m\ n]} & x_{b_ [m\ n]} & B_{b_ [m\ n][i\ j]} \\
 y_{r_ [m\ n]} & y_{g_ [m\ n]} & y_{b_ [m\ n]} & y_{b_ [m\ n]} \\
 z_{r_ [m\ n]} & z_{g_ [m\ n]} & z_{b_ [m\ n]} & \\
 \hline
 \end{array} \right] \\
 C_{[m\ n][i\ j]_{\min}}^{bg} &= \left[\begin{array}{ccc|c}
 x_{r_ [m\ n]} & x_{g_ [m\ n]} & x_{g_ \min} & B_{g_ \min} \\
 y_{r_ [m\ n]} & y_{g_ [m\ n]} & y_{g_ \min} & y_{g_ \min} \\
 z_{r_ [m\ n]} & z_{g_ [m\ n]} & z_{g_ \min} & \\
 \hline
 x_{r_ [m\ n]} & x_{g_ [m\ n]} & x_{b_ [m\ n]} & B_{b_ [m\ n][i\ j]} \\
 y_{r_ [m\ n]} & y_{g_ [m\ n]} & y_{b_ [m\ n]} & y_{b_ [m\ n]} \\
 z_{r_ [m\ n]} & z_{g_ [m\ n]} & z_{b_ [m\ n]} & \\
 \hline
 x_{r_ [m\ n]} & x_{g_ [m\ n]} & x_{b_ \min} & B_{b_ \min} \\
 y_{r_ [m\ n]} & y_{g_ [m\ n]} & y_{b_ \min} & y_{b_ \min} \\
 z_{r_ [m\ n]} & z_{g_ [m\ n]} & z_{b_ \min} & \\
 \hline
 x_{r_ [m\ n]} & x_{g_ [m\ n]} & x_{b_ [m\ n]} & B_{b_ [m\ n][i\ j]} \\
 y_{r_ [m\ n]} & y_{g_ [m\ n]} & y_{b_ [m\ n]} & y_{b_ [m\ n]} \\
 z_{r_ [m\ n]} & z_{g_ [m\ n]} & z_{b_ [m\ n]} & \\
 \hline
 \end{array} \right] \\
 C_{[m\ n][i\ j]_{\min}}^{bb} &= \left[\begin{array}{ccc|c}
 x_{r_ [m\ n]} & x_{g_ [m\ n]} & x_{b_ \min} & B_{b_ \min} \\
 y_{r_ [m\ n]} & y_{g_ [m\ n]} & y_{b_ \min} & y_{b_ \min} \\
 z_{r_ [m\ n]} & z_{g_ [m\ n]} & z_{b_ \min} & \\
 \hline
 x_{r_ [m\ n]} & x_{g_ [m\ n]} & x_{b_ [m\ n]} & B_{b_ [m\ n][i\ j]} \\
 y_{r_ [m\ n]} & y_{g_ [m\ n]} & y_{b_ [m\ n]} & y_{b_ [m\ n]} \\
 z_{r_ [m\ n]} & z_{g_ [m\ n]} & z_{b_ [m\ n]} & \\
 \hline
 \end{array} \right] \quad (25)
 \end{aligned} \right.$$

五、将步骤四中的各个显示像素的色度空间变换参数矩阵的各项元素代入式 (21)，得到各像素的实时驱动显示数据 $R_{[m, n][i, j]}$ 、 $G_{[m, n][i, j]}$ 、 $B_{[m, n][i, j]}$ ；

$$\begin{bmatrix} R_{[m\ n][i\ j]} \\ G_{[m\ n][i\ j]} \\ B_{[m\ n][i\ j]} \end{bmatrix} = T_{[m\ n][i\ j]_{\min}} \begin{bmatrix} R \\ G \\ B \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} C_{[m\ n][i\ j]_{\min}}^{rr} & C_{[m\ n][i\ j]_{\min}}^{rg} & C_{[m\ n][i\ j]_{\min}}^{rb} \\ C_{[m\ n][i\ j]_{\min}}^{gr} & C_{[m\ n][i\ j]_{\min}}^{gg} & C_{[m\ n][i\ j]_{\min}}^{gb} \\ C_{[m\ n][i\ j]_{\min}}^{br} & C_{[m\ n][i\ j]_{\min}}^{bg} & C_{[m\ n][i\ j]_{\min}}^{bb} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} R \\ G \\ B \end{bmatrix} \quad (21)$$

六、采用步骤五计算得到的实时驱动显示数据 $[R_{[m, n][i, j]}$ 、 $G_{[m, n][i, j]}$ 、 $B_{[m, n][i, j]}$] 驱动显示屏。

2. 根据权利要求 1 所述的 LED 显示屏亮度分离采集混合校正方法，其特征在于所述步骤 2) 中确定显示屏各基色基准色度坐标的具体步骤如下：

a、根据各显示像素的色度坐标 $[x_{r_{[m,n]}}, y_{r_{[m,n]}}]$ 、 $[x_{g_{[m,n]}}, y_{g_{[m,n]}}]$ 和 $[x_{b_{[m,n]}}, y_{b_{[m,n]}}]$ ，在色度平面图上标明其位置；

b、建立红基色和绿基色之间的直线方程 $line_{rg_{[m,n]}}$ 、红基色和蓝基色之间的直线方程 $line_{rb_{[m,n]}}$ 、绿基色和蓝基色之间的直线方程 $line_{gb_{[m,n]}}$ ；得到 3 个直线簇，分别为红绿直线簇、红蓝直线簇及绿蓝直线簇；

c、在红绿直线簇和红蓝直线簇处形成直线的交点集合，从中选出距参考白场色度坐标 $[x_w, y_w]$ 距离最短的点作为红基色基准色度坐标 $[x_{r_{min}}, y_{r_{min}}]$ ；在红绿直线簇和绿蓝直线簇处形成直线的交点集合，从中选出距参考白场色度坐标 $[x_w, y_w]$ 距离最短的点作为绿基色基准色度坐标 $[x_{g_{min}}, y_{g_{min}}]$ ；在绿蓝直线簇和红蓝直线簇处形成直线的交点集合，从中选出距参考白场色度坐标 $[x_w, y_w]$ 距离最短的点作为蓝基色基准色度坐标 $[x_{b_{min}}, y_{b_{min}}]$ ；

所述步骤 (2) 中确定各个基色的基准亮度 $[B_{r_{min}}, B_{g_{min}}, B_{b_{min}}]$ 的具体步骤如下：

a、过红基色基准色度坐标 $[x_{r_{min}}, y_{r_{min}}]$ 所在的点、绿基色基准色度坐标 $[x_{g_{min}}, y_{g_{min}}]$ 所在的点和蓝基色基准色度坐标 $[x_{b_{min}}, y_{b_{min}}]$ 所在的点做垂直于色度平面的直线，以该 3 条直线作为基准色度空间参考线；

b、各像素色度空间坐标点 $[x_{r_{[m,n]}}, y_{r_{[m,n]}}, B_{r_{[m,n]}[i,j]}]$ 、 $[x_{g_{[m,n]}}, y_{g_{[m,n]}}, B_{g_{[m,n]}[i,j]}]$ 和 $[x_{b_{[m,n]}}, y_{b_{[m,n]}}, B_{b_{[m,n]}[i,j]}]$ 形成的平面 $plane_{rgb_{[m,n]}[i,j]}$ 同 3 条基准色度空间参考线相交，得到 3 组空间坐标点集合，它们分布在 3 条基准色度空间参考线上，亮度数值分别为 $[B_{r_{[m,n]}[i,j]_{min}}]$ 、 $[B_{g_{[m,n]}[i,j]_{min}}]$ 和 $[B_{b_{[m,n]}[i,j]_{min}}]$ ；在空间坐标点集合 $[x_{r_{min}}, y_{r_{min}}, B_{r_{[m,n]}[i,j]_{min}}]$ 中选取 $[B_{r_{[m,n]}[i,j]_{min}}]$ 最小的色度空间点，将该空间点的亮度作为红基色的基准亮度 $B_{r_{min}}$ ；在空间坐标点集合 $[x_{g_{min}}, y_{g_{min}}, B_{g_{[m,n]}[i,j]_{min}}]$ 中选取 $[B_{g_{[m,n]}[i,j]_{min}}]$ 最小的色度空间点，将该空间点的亮度作为绿基色的基准亮度 $B_{g_{min}}$ ；在空间坐标点集合 $[x_{b_{min}}, y_{b_{min}}, B_{b_{[m,n]}[i,j]_{min}}]$ 中选取 $[B_{b_{[m,n]}[i,j]_{min}}]$ 最小的色度空间点，将该点的亮度作为蓝基色的基准亮度 $B_{b_{min}}$ 。

LED 显示屏亮色度分离采集混合校正方法

技术领域

[0001] 本发明属于发光二极管平板视频显示技术领域,涉及一种对平板显示器图像显示质量、显示色彩及均匀度进行改进的 LED 显示屏亮色度分离采集混合校正方法。

背景技术

[0002] 对于 LED 平板显示屏来说,其发光面板是由几万、甚至上百万组独立的全彩色发光二极管(以下简称为 LED 管)或由 LED 管形成的 LED 显示模块组成。由于受 LED 半导体器件的自身物理特性及其生产工艺等影响,致使 LED 显示屏模块内和模块间存在不一致性,使得 LED 平板显示屏的亮度和色度分布不均。

[0003] 表现为屏幕各个显示模块(最小可以到显示像素)在色度空间的分布位置是不同的,在显示相同的显示数据时所表现的亮度和色彩也完全不同,会造成同一种颜色的颜色数据在显示器上会产生色度弥散,而有时不同的颜色数据在显示器上会表现出同一颜色(概率较小),大部分的情况是颜色偏差。可以肯定的是,如果只是对 LED 显示屏采取屏幕亮度一致化校正,校正之后依然会呈现出一定的颜色不均匀性。

[0004] 中国专利公报公开了一种“一种平板显示屏色度空间变换修正方法”(专利号 03127037.9)(以下简称专利 03127037.9),该方法根据色度学的相关理论,提出一种平板显示屏色度空间变换修正方法,其利用色度空间变换完成基色显示函数特性为非线性的同一类显示屏之间色度空间转换及基色显示函数特性完全不同的不同种类显示屏之间色度空间转换;同时引入假定的基准色度空间标准,针对不同的显示模块分别求出其对基准色度空间相应转换系数表,对相应的显示模块(显示像素)修正,在显示屏上建立统一的基准色度空间,克服同一种平板显示屏由于各个显示模块(显示像素)的色度空间特性和基色驱动显示特性的差异造成的平板显示屏色度和亮度分布不均的问题,保证了高质量视频图像的显示。

[0005] 这种色度空间变换修正实际上就是一个合理利用“颜色宽容量”的概念消除显示屏上存在的“色差”问题的过程。根据加色法原理,对存在“色差”问题的某一基色混合一定比例的另外两种基色,使混合色色坐标趋于一致,将其差异控制在人眼的“颜色宽容量”以内,从而从根本上解决 LED 显示屏色度均匀性问题。

[0006] 对于实际显示器色度空间变换的操作,比较复杂,这里为了简便起见,假定各个需要进行色度空间转换的显示屏的基色显示函数特性全部为线性关系,并且线性系数为 1;根据色度学的基本原理,对于某一个显示系统,可以根据色度学定义的符合人眼视觉的基色 X、Y、Z 来表示该显示系统所能表现的各种颜色,这些颜色的集合在 X、Y、Z 空间占据一定的子空间,该子颜色空间(简称色度空间)表示为:

$$[0007] \quad \begin{cases} X = X_r R + X_g G + X_b B \\ Y = Y_r R + Y_g G + Y_b B \\ Z = Z_r R + Z_g G + Z_b B \end{cases} \quad (1)$$

[0008] 其中, X_r 、 Y_r 和 Z_r 表示该显示系统中基色 R 中符合人眼视觉的基色 X、Y、Z 分别占有的分量系数; X_g 、 Y_g 和 Z_g 表示该显示系统中基色 G 中符合人眼视觉的基色 X、Y、Z 分别占有的分量系数; X_b 、 Y_b 和 Z_b 表示该显示系统中基色 B 中符合人眼视觉的基色 X、Y、Z 分别占有的分量系数; 为了更加清楚地说明一个平板显示屏的色度空间的主要决定因素, 可以将 (1) 式展开为:

$$[0009] \quad \begin{cases} X = C_r x_r R + C_g x_g G + C_b x_b B \\ Y = C_r y_r R + C_g y_g G + C_b y_b B \\ Z = C_r z_r R + C_g z_g G + C_b z_b B \end{cases} \quad (2)$$

[0010] 在式中 C_r 、 C_g 、 C_b 表示各个基色之间的分配参数, x_r 、 y_r 和 z_r 表示红基色的色度坐标, x_g 、 y_g 和 z_g 表示绿基色的色度坐标, x_b 、 y_b 和 z_b 表示蓝基色的色度坐标; 从式 (2) 中可以看到, 在一个显示系统中, 如果其基色的色度特性 x_r 、 y_r 、 z_r 、 x_g 、 y_g 、 z_g 、 x_b 、 y_b 和 z_b , 亮度特性 (基色 R、G、B 的最大值) 和基色之间的分配参数 C_r 、 C_g 、 C_b 一旦确定, 那么其色度空间就唯一确定了。

[0011] 该专利文件中说明了使两个不同显示系统具有相同色度空间的色度转换方法。其原理主要是: 当两个显示系统采用同一组显示数据时, 即它们采用的 R、G、B 完全相同, 由于它们之间的各个基色的色度坐标 x_r 、 y_r 、 z_r 、 x_g 、 y_g 、 z_g 、 x_b 、 y_b 和 z_b 都有所不同, 加之基色之间的分配参数 C_r 、 C_g 、 C_b 也不一样, 所以很难保证当前显示的颜色 X、Y、Z 相同; 在不同的显示数据 R、G、B 的作用下, 两个显示系统所显示的颜色 X、Y、Z 都不可能一致; 该方法中采用的转换方法是 将一个显示系统作为标准, 对另一个显示系统进行显示数据方面的实时运算处理, 以保证该系统在不同组的 R、G、B 的情况下, 显示图像的各种颜色都能同标准显示系统一致。

[0012] 具体过程为:

[0013] 设定标准显示系统的色度空间参数为: x_{rref1} 、 y_{rref1} 、 z_{rref1} 、 x_{gref1} 、 y_{gref1} 、 z_{gref1} 、 x_{bref1} 、 y_{bref1} 、 z_{bref1} 、 C_{rref1} 、 C_{gref1} 、 C_{bref1} ; 而另一个显示系统的色度空间参数为: x_{rref2} 、 y_{rref2} 、 z_{rref2} 、 x_{gref2} 、 y_{gref2} 、 z_{gref2} 、 x_{bref2} 、 y_{bref2} 、 z_{bref2} 、 C_{rref2} 、 C_{gref2} 、 C_{bref2} ; 那么标准显示系统的色度空间可以表示为:

$$[0014] \quad \begin{cases} X = C_{rref1} x_{rref1} R_{ref1} + C_{gref1} x_{gref1} G_{ref1} + C_{bref1} x_{bref1} B_{ref1} \\ Y = C_{rref1} y_{rref1} R_{ref1} + C_{gref1} y_{gref1} G_{ref1} + C_{bref1} y_{bref1} B_{ref1} \\ Z = C_{rref1} z_{rref1} R_{ref1} + C_{gref1} z_{gref1} G_{ref1} + C_{bref1} z_{bref1} B_{ref1} \end{cases} \quad (3)$$

[0015] 另一个显示系统的色度空间则为:

$$[0016] \quad \begin{cases} X = C_{rref2}x_{rref2}R_{ref2} + C_{gref2}x_{gref2}G_{ref2} + C_{bref2}x_{bref2}B_{ref2} \\ Y = C_{rref2}y_{rref2}R_{ref2} + C_{gref2}y_{gref2}G_{ref2} + C_{bref2}y_{bref2}B_{ref2} \\ Z = C_{rref2}z_{rref2}R_{ref2} + C_{gref2}z_{gref2}G_{ref2} + C_{bref2}z_{bref2}B_{ref2} \end{cases} \quad (4)$$

[0017] 显然,这两个显示系统的色度空间只有在色度空间参数相同的情况下才是完全等同的。而在其它条件下,两个显示屏在显示指定的颜色时均存在色差。

[0018] 为了更好说明上述情况,将色度空间参数和显示数据相互独立,(3)和(4)可以表示为:

$$[0019] \quad \begin{bmatrix} X_1 \\ Y_1 \\ Z_1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} C_{rref1}x_{rref1} & C_{gref1}x_{gref1} & C_{bref1}x_{bref1} \\ C_{rref1}y_{rref1} & C_{gref1}y_{gref1} & C_{bref1}y_{bref1} \\ C_{rref1}z_{rref1} & C_{gref1}z_{gref1} & C_{bref1}z_{bref1} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} R_{ref1} \\ G_{ref1} \\ B_{ref1} \end{bmatrix} \quad (5)$$

$$[0020] \quad \begin{bmatrix} X_2 \\ Y_2 \\ Z_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} C_{rref2}x_{rref2} & C_{gref2}x_{gref2} & C_{bref2}x_{bref2} \\ C_{rref2}y_{rref2} & C_{gref2}y_{gref2} & C_{bref2}y_{bref2} \\ C_{rref2}z_{rref2} & C_{gref2}z_{gref2} & C_{bref2}z_{bref2} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} R_{ref2} \\ G_{ref2} \\ B_{ref2} \end{bmatrix} \quad (6)$$

[0021] 对于第1个和第2个显示系统,由于其内的各个像素的色度空间参数基本都一致,分别为: x_{rref1} 、 y_{rref1} 、 z_{rref1} 、 x_{gref1} 、 y_{gref1} 、 z_{gref1} 、 x_{bref1} 、 y_{bref1} 、 z_{bref1} 、 C_{rref1} 、 C_{gref1} 、 C_{bref1} ; x_{rref2} 、 y_{rref2} 、 z_{rref2} 、 x_{gref2} 、 y_{gref2} 、 z_{gref2} 、 x_{bref2} 、 y_{bref2} 、 z_{bref2} 、 C_{rref2} 、 C_{gref2} 、 C_{bref2} ;如果两个显示系统单独进行显示时,不论采用什么显示数据,由于显示系统内部像素的色度空间参数都一致,图像的均匀度得到充分的保证,在同样的显示数据条件下,画面也看不到明显差异;但是当将两个显示系统放到一起要造成一个更大的显示器的时候,问题就产生了。此处,令

$$[0022] \quad \begin{cases} R_{ref1} = R_{ref2} = R \\ G_{ref1} = G_{ref2} = G \\ B_{ref1} = B_{ref2} = B \end{cases} \quad (7)$$

[0023] (5)和(6)为

$$[0024] \quad \begin{bmatrix} X_1 \\ Y_1 \\ Z_1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} C_{rref1}x_{rref1} & C_{gref1}x_{gref1} & C_{bref1}x_{bref1} \\ C_{rref1}y_{rref1} & C_{gref1}y_{gref1} & C_{bref1}y_{bref1} \\ C_{rref1}z_{rref1} & C_{gref1}z_{gref1} & C_{bref1}z_{bref1} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} R \\ G \\ B \end{bmatrix} \quad (8)$$

$$[0025] \quad \begin{bmatrix} X_2 \\ Y_2 \\ Z_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} C_{rref2}x_{rref2} & C_{gref2}x_{gref2} & C_{bref2}x_{bref2} \\ C_{rref2}y_{rref2} & C_{gref2}y_{gref2} & C_{bref2}y_{bref2} \\ C_{rref2}z_{rref2} & C_{gref2}z_{gref2} & C_{bref2}z_{bref2} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} R \\ G \\ B \end{bmatrix} \quad (9)$$

[0026] 显然,这两个显示系统显示的颜色是存在色差的,对于图像质量带来明显的影响。为了解决这一问题,将第1显示系统作为标准,通过实时处理第2个显示系统的显示数据的方法,保持两个显示系统颜色的一致性。即

$$[0027] \quad \begin{bmatrix} X_2 \\ Y_2 \\ Z_2 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} X_1 \\ Y_1 \\ Z_1 \end{bmatrix} \quad (10)$$

[0028] 这样就有

[0029]

$$\begin{bmatrix} C_{rref2}x_{rref2} & C_{gref2}x_{gref2} & C_{bref2}x_{bref2} \\ C_{rref2}y_{rref2} & C_{gref2}y_{gref2} & C_{bref2}y_{bref2} \\ C_{rref2}z_{rref2} & C_{gref2}z_{gref2} & C_{bref2}z_{bref2} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} R_{ref2} \\ G_{ref2} \\ B_{ref2} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} C_{rref1}x_{rref1} & C_{gref1}x_{gref1} & C_{bref1}x_{bref1} \\ C_{rref1}y_{rref1} & C_{gref1}y_{gref1} & C_{bref1}y_{bref1} \\ C_{rref1}z_{rref1} & C_{gref1}z_{gref1} & C_{bref1}z_{bref1} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} R \\ G \\ B \end{bmatrix} \quad (11)$$

[0030] 通过对(11)的化简,得到

$$[0031] \quad \begin{bmatrix} R_{ref2} \\ G_{ref2} \\ B_{ref2} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} C_{ref2-ref1}^{rr} & C_{ref2-ref1}^{rg} & C_{ref2-ref1}^{rb} \\ C_{ref2-ref1}^{gr} & C_{ref2-ref1}^{gg} & C_{ref2-ref1}^{gb} \\ C_{ref2-ref1}^{br} & C_{ref2-ref1}^{bg} & C_{ref2-ref1}^{bb} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} R \\ G \\ B \end{bmatrix} \quad (12)$$

[0032] 式中的 $\begin{bmatrix} C_{ref2-ref1}^{rr} & C_{ref2-ref1}^{rg} & C_{ref2-ref1}^{rb} \\ C_{ref2-ref1}^{gr} & C_{ref2-ref1}^{gg} & C_{ref2-ref1}^{gb} \\ C_{ref2-ref1}^{br} & C_{ref2-ref1}^{bg} & C_{ref2-ref1}^{bb} \end{bmatrix}$ 为第2个显示系统对第1个显示系

统的色度空间变换参数矩阵。

[0033] 对应于第1个显示系统的任何显示数据 [RGB] 所显示的颜色 $[X_1Y_1Z_1]$,第2个显示系统通过实时色度空间变换参数矩阵产生的显示数据 $[R_{ref2}G_{ref2}B_{ref2}]$,保证在第2个显示系统显示出同第1个显示系统颜色一样的 $[X_1Y_1Z_1]$ 。

[0034] 该专利文件给出了具体的色度转换工作过程说明和实时数据处理示意图。同时该专利根据上述色度转换的原理,针对同一种平板显示屏各个显示模块(显示像素)的色度空间特性和基色显示函数特性的不同情况,确定一个参照系统的色度空间参数,再进行相应显示模块(显示像素)的系数数据的实时变换,让整个显示屏的颜色趋于一致,提高平板显示屏色度和亮度的均匀性。

[0035] 当采用该方法对 LED 平板显示屏进行色度均匀性变换时,面临的第一个问题就是采集效率问题,LED 发光面板是由几万、甚至上百万组独立的全彩色发光二极管(以下简称为 LED 管)或由 LED 管形成的 LED 显示模块组成。由于受 LED 半导体器件的自身物理特性及其生产工艺等影响,致使 LED 显示屏模块内和模块间存在不同的亮色度的不一致性,使得 LED 平板显示屏的亮度和色度分布情况复杂。以下说明其分布的具体形式。

[0036] (1) 模块分布形式。如图 1 所示,表示 LED 平板显示屏以模块形式出现色度空间参数差异分布情况;

[0037] 可以看到,图中的 LED 平板显示屏的色度差异以模块形式出现,一共有 $M \times N$ 个模块,在左上方的模块为 1_1 模块,其右面的模块为 1_2 模块,下面的模块为 2_1 模块。其中任意一个模块都包括三种基色,每一个基色的色度参数有 $[x, y, z, C]$,分别表示该颜色的色度坐标和分配参数;如红基色的色度参数为 $[x_r, y_r, z_r, C_r]$;绿基色的色度参数为 $[x_g, y_g, z_g, C_g]$;蓝基色的色度参数为 $[x_b, y_b, z_b, C_b]$ 。

[0038] 这样一个显示模块的色度参数为 $[x_r, y_r, z_r, x_g, y_g, z_g, x_b, y_b, z_b, C_r, C_g, C_b]$;对于左上方的 1_1 模块,它的色度参数为 $[x_{r1,1}, y_{r1,1}, z_{r1,1}, x_{g1,1}, y_{g1,1}, z_{g1,1}, x_{b1,1}, y_{b1,1}, z_{b1,1}, C_{r1,1}, C_{g1,1}, C_{b1,1}]$;对于 1_2 模块,它的色度参数为 $[x_{r1,2}, y_{r1,2}, z_{r1,2}, x_{g1,2}, y_{g1,2}, z_{g1,2}, x_{b1,2}, y_{b1,2}, z_{b1,2}, C_{r1,2}, C_{g1,2}, C_{b1,2}]$;对于任意一个模块可以表示为 m_n 模块,它的色度参数为 $[x_{rm,n}, y_{rm,n}, z_{rm,n}, x_{gm,n}, y_{gm,n}, z_{gm,n}, x_{bm,n}, y_{bm,n}, z_{bm,n}, C_{rm,n}, C_{gm,n}, C_{bm,n}]$ 。

[0039] 如果每个显示模块的色度参数都相同,那么模块种类的数量为 1;每个显示模块的色度参数都不相同,则模块种类的数量为 $M \times N$;模块种类的数值在 1 和 $M \times N$ 之间。尽管模块的数量也不少,但是采用传统的测量方法是可以完成上述的测量工作的。

[0040] (2) 像素分布形式。如图 2 所示,当每个显示模块内包含的像素色度参数之间也不相同的话,此时表示 LED 平板显示屏色度空间参数差异以像素形式出现了,也可以理解为每个显示模块仅仅包含一个显示像素,每个模块的色度空间参数都不一样,模块种类的数量最大为整个显示屏包含像素的数量。附图 2 所示,表示 LED 平板显示屏以像素形式出现色度空间参数差异分布情况;

[0041] 可以看到,图中的 LED 平板显示屏的色度差异以像素形式出现,一共有 $M \times N$ 个模块,每个模块包含 $I \times J$ 个像素(图中是 8×8 个像素);在左上方的模块为 1_1 模块,其右面的模块为 1_2 模块,下面的模块为 2_1 模块,任意一个模块可以表示为 m_n 模块。在 1_1 模块中,左上方的像素为 1_1 像素,任意一个像素表示为 i_j 像素;每一个模块内的像素都是如此分布和标记。每一个像素都包括三种基色,分别表示为 $R_{[m,n][i,j]}, G_{[m,n][i,j]}, B_{[m,n][i,j]}$,其中下标 $[m, n]$ 代表屏幕的模块位置,而 $[i, j]$ 表示该像素在此模块中的位置,同样,对像素中每一个基色的色度参数有 $[x, y, z, C]$,分别表示该颜色的色度坐标和分配参数;如红基色的色度参数 $R_{[m,n][i,j]}$ 为 $[x_{r[m,n][i,j]}, y_{r[m,n][i,j]}, z_{r[m,n][i,j]}, C_{r[m,n][i,j]}]$;绿基色的色度参数 $G_{[m,n][i,j]}$ 为 $[x_{g[m,n][i,j]}, y_{g[m,n][i,j]}, z_{g[m,n][i,j]}, C_{g[m,n][i,j]}]$;蓝基色的色度参数 $B_{[m,n][i,j]}$ 为 $[x_{b[m,n][i,j]}, y_{b[m,n][i,j]}, z_{b[m,n][i,j]}, C_{b[m,n][i,j]}]$ 。

[0042] 这样一个显示像素的色度参数为 $[x_{r[m,n][i,j]}, y_{r[m,n][i,j]}, z_{r[m,n][i,j]}, x_{g[m,n][i,j]}, y_{g[m,n][i,j]}, z_{g[m,n][i,j]}, x_{b[m,n][i,j]}, y_{b[m,n][i,j]}, z_{b[m,n][i,j]}, C_{r[m,n][i,j]}, C_{g[m,n][i,j]}, C_{b[m,n][i,j]}]$ 。

$[m, n][i, j]$ 、 $Z_{g_{[m, n][i, j]}}$ 、 $X_{b_{[m, n][i, j]}}$ 、 $Y_{b_{[m, n][i, j]}}$ 、 $Z_{b_{[m, n][i, j]}}$ 、 $C_{r_{[m, n][i, j]}}$ 、 $C_{g_{[m, n][i, j]}}$ 、 $C_{b_{[m, n][i, j]}}$ ；对于左上方的 1_1 模块的 1_1 像素，它的色度参数为 $[X_{r_{[1, 1][1, 1]}}$ 、 $Y_{r_{[1, 1][1, 1]}}$ 、 $Z_{r_{[1, 1][1, 1]}}$ 、 $X_{g_{[1, 1][1, 1]}}$ 、 $Y_{g_{[1, 1][1, 1]}}$ 、 $Z_{g_{[1, 1][1, 1]}}$ 、 $X_{b_{[1, 1][1, 1]}}$ 、 $Y_{b_{[1, 1][1, 1]}}$ 、 $Z_{b_{[1, 1][1, 1]}}$ 、 $C_{r_{[1, 1][1, 1]}}$ 、 $C_{g_{[1, 1][1, 1]}}$ 、 $C_{b_{[1, 1][1, 1]}}$]；对于 1_2 模块的 1_1 像素，它的色度参数为 $[X_{r_{[1, 2][1, 1]}}$ 、 $Y_{r_{[1, 2][1, 1]}}$ 、 $Z_{r_{[1, 2][1, 1]}}$ 、 $X_{g_{[1, 2][1, 1]}}$ 、 $Y_{g_{[1, 2][1, 1]}}$ 、 $Z_{g_{[1, 2][1, 1]}}$ 、 $X_{b_{[1, 2][1, 1]}}$ 、 $Y_{b_{[1, 2][1, 1]}}$ 、 $Z_{b_{[1, 2][1, 1]}}$ 、 $C_{r_{[1, 2][1, 1]}}$ 、 $C_{g_{[1, 2][1, 1]}}$ 、 $C_{b_{[1, 2][1, 1]}}$]；对于 m_n 模块的 i_j 素，它的色度参数为 $[X_{r_{[m, n][i, j]}}$ 、 $Y_{r_{[m, n][i, j]}}$ 、 $Z_{r_{[m, n][i, j]}}$ 、 $X_{g_{[m, n][i, j]}}$ 、 $Y_{g_{[m, n][i, j]}}$ 、 $Z_{g_{[m, n][i, j]}}$ 、 $X_{b_{[m, n][i, j]}}$ 、 $Y_{b_{[m, n][i, j]}}$ 、 $Z_{b_{[m, n][i, j]}}$ 、 $C_{r_{[m, n][i, j]}}$ 、 $C_{g_{[m, n][i, j]}}$ 、 $C_{b_{[m, n][i, j]}}$]。

[0043] 如果每个显示模块的所有像素色度参数相同，而且每个显示模块的色度参数都相同，那么像素种类的数量为 1；每个显示模块中的像素色度参数都不相同，则模块种类的数量为 $M \times N \times I \times J$ ；模块种类的数值在 1 和 $M \times N \times I \times J$ 之间。对后者来说，采用传统的测量方法来获取整个屏幕像素的色度参数是非常困难的，基本上没有多大现实意义。

[0044] 采用该方法对显示屏各个显示模块（显示像素）进行色度均匀性变换时，基本的步骤为

[0045] (1) 根据各个显示模块（显示像素）色度参数和基色显示函数特性差异情况确定平板显示屏基准色度空间；(2) 得到各个显示模块（显示像素）对基准色度空间的相应色度空间变换参数矩阵：

$$[0046] \begin{bmatrix} C_{rnd-min}^{rr} & C_{rnd-min}^{rg} & C_{rnd-min}^{rb} \\ C_{rnd-min}^{gr} & C_{rnd-min}^{gg} & C_{rnd-min}^{gb} \\ C_{rnd-min}^{br} & C_{rnd-min}^{bg} & C_{rnd-min}^{bb} \end{bmatrix} \quad (13)$$

[0047] (3) 确定基准色度空间基色显示函数特性和具体显示模块基色驱动特性；

[0048] (4) 在控制逻辑控制下显示数据通过基准色度空间的基色显示函数变换器，同时输入具体显示模块对基准色度空间相应变换系数，然后通过色度空间转换阵列进行运算，实时输出数据结果让整个显示屏的颜色趋于一致。

[0049] 按照上述要求，首先必须提供各个显示模块（显示像素）色度参数，如果 LED 显示屏的色度参数不一致是按模块分布的，相对来说比较容易操作一些，而色度参数不一致是按像素分布的，用该专利方法基本无法处理。需要说明的是，该方法前面已经说明，为了简便起见，各个需要进行色度空间转换的显示屏的基色显示函数特性全部为线性关系，并且线性系数为 1；基色显示函数特性差异情况这里不做描述。

[0050] 因此，需要对色度空间转换方法进行重新研究，得到适合于 LED 显示屏的色度均匀性校正方法。

发明内容

[0051] 本发明要解决的一个技术问题是提供一种能够有效解决 LED 显示屏的色度均匀性校正方面存在的问题，并且色度参数采集效率高的 LED 显示屏亮色度分离采集混合校正方法。

[0052] 为了解决上述技术问题，本发明 LED 显示屏亮色度分离采集混合校正方法包括下述步骤：

[0053] 二、设定显示模块内的各像素色度参数都相等,则对于其中 m_n 模块的 i_j 像素,有:

$$[0054] \quad \begin{cases} x_{r_{[m,n][i,j]}} = x_{r_{[m,n]}} \\ y_{r_{[m,n][i,j]}} = y_{r_{[m,n]}} \\ x_{g_{[m,n][i,j]}} = x_{g_{[m,n]}} \\ y_{g_{[m,n][i,j]}} = y_{g_{[m,n]}} \\ x_{b_{[m,n][i,j]}} = x_{b_{[m,n]}} \\ y_{b_{[m,n][i,j]}} = y_{b_{[m,n]}} \end{cases} \quad (14)$$

[0055] 其中 m 、 n 分别为像素所在的显示模块的行序数和列序数, i 、 j 分别为显示模块内像素所在的行序数和列序数;利用亮度检测仪获得 LED 显示屏 $M \times N$ 个模块内任一像素的色度参数 $x_{r_{[m,n][i,j]}}$ 、 $y_{r_{[m,n][i,j]}}$ 、 $x_{g_{[m,n][i,j]}}$ 、 $y_{g_{[m,n][i,j]}}$ 、 $x_{b_{[m,n][i,j]}}$ 、 $y_{b_{[m,n][i,j]}}$ 作为 m_n 模块的色度坐标 $x_{r_{[m,n]}}$ 、 $y_{r_{[m,n]}}$ 、 $x_{g_{[m,n]}}$ 、 $y_{g_{[m,n]}}$ 、 $x_{b_{[m,n]}}$ 、 $y_{b_{[m,n]}}$;

[0056] 对显示屏上各个显示像素进行亮度采集;得到各个显示像素的亮度参数 $[B_{r_{[m,n][i,j]}}$ 、 $B_{g_{[m,n][i,j]}}$ 、 $B_{b_{[m,n][i,j]}}$;

[0057] 二、确定显示屏上所有显示像素的色度坐标围成的最小色度三角形覆盖范围,该最小色度三角形的各个顶点的色度坐标 $[x_{r_{\min}}$ 、 $y_{r_{\min}}$ 、 $x_{g_{\min}}$ 、 $y_{g_{\min}}$ 、 $x_{b_{\min}}$ 、 $y_{b_{\min}}]$ 即为整个显示屏各基色基准色度坐标;

[0058] 确定各个基色的基准亮度 $[B_{r_{\min}}$ 、 $B_{g_{\min}}$ 、 $B_{b_{\min}}]$,即基准色度空间的基色空间内切最小亮度数值;

[0059] 则 LED 平板显示屏基准色度空间可以表示为:

$$[0060] \quad \begin{bmatrix} X_{\min} \\ Y_{\min} \\ Z_{\min} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} C_{r_{\min}} x_{r_{\min}} & C_{g_{\min}} x_{g_{\min}} & C_{b_{\min}} x_{b_{\min}} \\ C_{r_{\min}} y_{r_{\min}} & C_{g_{\min}} y_{g_{\min}} & C_{b_{\min}} y_{b_{\min}} \\ C_{r_{\min}} z_{r_{\min}} & C_{g_{\min}} z_{g_{\min}} & C_{b_{\min}} z_{b_{\min}} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} R \\ G \\ B \end{bmatrix} \quad (15)$$

[0061] 其中 $Z_{r_{\min}} = 1 - x_{r_{\min}} - y_{r_{\min}}$; $Z_{g_{\min}} = 1 - x_{g_{\min}} - y_{g_{\min}}$; $Z_{b_{\min}} = 1 - x_{b_{\min}} - y_{b_{\min}}$; R 、 G 、 B 为红、绿、蓝输入显示数据;

$$[0062] \quad \begin{bmatrix} C_{r_{\min}} \\ C_{g_{\min}} \\ C_{b_{\min}} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} B_{r_{\min}} / y_{r_{\min}} \\ B_{g_{\min}} / y_{g_{\min}} \\ B_{b_{\min}} / y_{b_{\min}} \end{bmatrix} \quad (16)$$

[0063] 三、对于 m_n 模块的 i_j 像素, 它的色度空间为:

[0064]

$$\begin{bmatrix} X_{[m,n][i,j]} \\ Y_{[m,n][i,j]} \\ Z_{[m,n][i,j]} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} C_{r,[m,n][i,j]} x_{r,[m,n]} & C_{g,[m,n][i,j]} x_{g,[m,n]} & C_{b,[m,n][i,j]} x_{b,[m,n]} \\ C_{r,[m,n][i,j]} y_{r,[m,n]} & C_{g,[m,n][i,j]} y_{g,[m,n]} & C_{b,[m,n][i,j]} y_{b,[m,n]} \\ C_{r,[m,n][i,j]} z_{r,[m,n]} & C_{g,[m,n][i,j]} z_{g,[m,n]} & C_{b,[m,n][i,j]} z_{b,[m,n]} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} R \\ G \\ B \end{bmatrix} \quad (17)$$

[0065] 其中 $Z_{r,[m,n]} = 1 - x_{r,[m,n]} - y_{r,[m,n]}$; $Z_{g,[m,n]} = 1 - x_{g,[m,n]} - y_{g,[m,n]}$; $Z_{b,[m,n]} = 1 - x_{b,[m,n]} - y_{b,[m,n]}$;

$$\begin{bmatrix} C_{r,[m,n][i,j]} \\ C_{g,[m,n][i,j]} \\ C_{b,[m,n][i,j]} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} B_{r,[m,n][i,j]} / y_{r,[m,n]} \\ B_{g,[m,n][i,j]} / y_{g,[m,n]} \\ B_{b,[m,n][i,j]} / y_{b,[m,n]} \end{bmatrix} \quad (18)$$

[0067] 式 (17) 采用驱动显示数据 $[R_{[m,n][i,j]} G_{[m,n][i,j]} B_{[m,n][i,j]}$ 就表示为:

[0068]

$$\begin{bmatrix} X_{[m,n][i,j]} \\ Y_{[m,n][i,j]} \\ Z_{[m,n][i,j]} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} C_{r,[m,n][i,j]} x_{r,[m,n]} & C_{g,[m,n][i,j]} x_{g,[m,n]} & C_{b,[m,n][i,j]} x_{b,[m,n]} \\ C_{r,[m,n][i,j]} y_{r,[m,n]} & C_{g,[m,n][i,j]} y_{g,[m,n]} & C_{b,[m,n][i,j]} y_{b,[m,n]} \\ C_{r,[m,n][i,j]} z_{r,[m,n]} & C_{g,[m,n][i,j]} z_{g,[m,n]} & C_{b,[m,n][i,j]} z_{b,[m,n]} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} R_{[m,n][i,j]} \\ G_{[m,n][i,j]} \\ B_{[m,n][i,j]} \end{bmatrix} \quad (19)$$

[0069] 四、以公式 (15) 作为色度空间变换的标准, 确定各个显示像素的色度空间变换参数矩阵:

[0070]

$$T_{[m,n][i,j]_{\min}} = \begin{bmatrix} C_{[m,n][i,j]_{\min}}^{rr} & C_{[m,n][i,j]_{\min}}^{rg} & C_{[m,n][i,j]_{\min}}^{rb} \\ C_{[m,n][i,j]_{\min}}^{gr} & C_{[m,n][i,j]_{\min}}^{gg} & C_{[m,n][i,j]_{\min}}^{gb} \\ C_{[m,n][i,j]_{\min}}^{br} & C_{[m,n][i,j]_{\min}}^{bg} & C_{[m,n][i,j]_{\min}}^{bb} \end{bmatrix} \quad (20)$$

[0071]

$$\left\{ \begin{array}{l}
 C_{[m\ n][ij]_{\min}}^{rr} = \frac{\begin{vmatrix} x_{r_{\min}} & x_{g_{[m\ n]}} & x_{b_{[m\ n]}} \\ y_{r_{\min}} & y_{g_{[m\ n]}} & y_{b_{[m\ n]}} \\ z_{r_{\min}} & z_{g_{[m\ n]}} & z_{b_{[m\ n]}} \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} B_{r_{\min}} \\ y_{r_{\min}} \end{vmatrix}} \\
 C_{[m\ n][ij]_{\min}}^{rg} = \frac{\begin{vmatrix} x_{r_{[m\ n]}} & x_{g_{[m\ n]}} & x_{b_{[m\ n]}} \\ y_{r_{[m\ n]}} & y_{g_{[m\ n]}} & y_{b_{[m\ n]}} \\ z_{r_{[m\ n]}} & z_{g_{[m\ n]}} & z_{b_{[m\ n]}} \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} B_{r_{[m\ n]}[ij]} \\ y_{r_{[m\ n]}} \end{vmatrix}} \\
 C_{[m\ n][ij]_{\min}}^{rb} = \frac{\begin{vmatrix} x_{g_{\min}} & x_{g_{[m\ n]}} & x_{b_{[m\ n]}} \\ y_{g_{\min}} & y_{g_{[m\ n]}} & y_{b_{[m\ n]}} \\ z_{g_{\min}} & z_{g_{[m\ n]}} & z_{b_{[m\ n]}} \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} B_{g_{\min}} \\ y_{g_{\min}} \end{vmatrix}} \\
 C_{[m\ n][ij]_{\min}}^{rb} = \frac{\begin{vmatrix} x_{r_{[m\ n]}} & x_{g_{[m\ n]}} & x_{b_{[m\ n]}} \\ y_{r_{[m\ n]}} & y_{g_{[m\ n]}} & y_{b_{[m\ n]}} \\ z_{r_{[m\ n]}} & z_{g_{[m\ n]}} & z_{b_{[m\ n]}} \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} B_{r_{[m\ n]}[ij]} \\ y_{r_{[m\ n]}} \end{vmatrix}} \\
 C_{[m\ n][ij]_{\min}}^{rb} = \frac{\begin{vmatrix} x_{b_{\min}} & x_{g_{[m\ n]}} & x_{b_{[m\ n]}} \\ y_{b_{\min}} & y_{g_{[m\ n]}} & y_{b_{[m\ n]}} \\ z_{b_{\min}} & z_{g_{[m\ n]}} & z_{b_{[m\ n]}} \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} B_{b_{\min}} \\ y_{b_{\min}} \end{vmatrix}} \\
 C_{[m\ n][ij]_{\min}}^{rb} = \frac{\begin{vmatrix} x_{r_{[m\ n]}} & x_{g_{[m\ n]}} & x_{b_{[m\ n]}} \\ y_{r_{[m\ n]}} & y_{g_{[m\ n]}} & y_{b_{[m\ n]}} \\ z_{r_{[m\ n]}} & z_{g_{[m\ n]}} & z_{b_{[m\ n]}} \end{vmatrix}}{\begin{vmatrix} B_{r_{[m\ n]}[ij]} \\ y_{r_{[m\ n]}} \end{vmatrix}} \quad (22)
 \end{array} \right.$$

[0072]

$$\left. \begin{aligned}
 C_{[m\ n][ij]_{\min}}^{gr} &= \frac{\begin{vmatrix} x_{r_{[m\ n]}} & x_{r_{\min}} & x_{b_{[m\ n]}} \\ y_{r_{[m\ n]}} & y_{r_{\min}} & y_{b_{[m\ n]}} \\ z_{r_{[m\ n]}} & z_{r_{\min}} & z_{b_{[m\ n]}} \end{vmatrix}}{y_{r_{\min}}} \frac{B_{r_{\min}}}{y_{r_{\min}}} \\
 C_{[m\ n][ij]_{\min}}^{gg} &= \frac{\begin{vmatrix} x_{r_{[m\ n]}} & x_{g_{[m\ n]}} & x_{b_{[m\ n]}} \\ y_{r_{[m\ n]}} & y_{g_{[m\ n]}} & y_{b_{[m\ n]}} \\ z_{r_{[m\ n]}} & z_{g_{[m\ n]}} & z_{b_{[m\ n]}} \end{vmatrix}}{y_{g_{[m\ n]}}} \frac{B_{g_{[m\ n]}}[ij]}{y_{g_{[m\ n]}}} \\
 C_{[m\ n][ij]_{\min}}^{gb} &= \frac{\begin{vmatrix} x_{r_{[m\ n]}} & x_{b_{\min}} & x_{b_{[m\ n]}} \\ y_{r_{[m\ n]}} & y_{b_{\min}} & y_{b_{[m\ n]}} \\ z_{r_{[m\ n]}} & z_{b_{\min}} & z_{b_{[m\ n]}} \end{vmatrix}}{y_{b_{\min}}} \frac{B_{b_{\min}}}{y_{b_{\min}}} \\
 C_{[m\ n][ij]_{\min}}^{gb} &= \frac{\begin{vmatrix} x_{r_{[m\ n]}} & x_{g_{[m\ n]}} & x_{b_{[m\ n]}} \\ y_{r_{[m\ n]}} & y_{g_{[m\ n]}} & y_{b_{[m\ n]}} \\ z_{r_{[m\ n]}} & z_{g_{[m\ n]}} & z_{b_{[m\ n]}} \end{vmatrix}}{y_{g_{[m\ n]}}} \frac{B_{g_{[m\ n]}}[ij]}{y_{g_{[m\ n]}}}
 \end{aligned} \right\} \quad (23)$$

[0073]

$$\left. \begin{aligned}
 C_{[m\ n][i\ j]_{\min}}^{br} &= \frac{\begin{vmatrix} x_{r_ [m\ n]} & x_{g_ [m\ n]} & x_{r_ \min} \\ y_{r_ [m\ n]} & y_{g_ [m\ n]} & y_{r_ \min} \\ z_{r_ [m\ n]} & z_{g_ [m\ n]} & z_{r_ \min} \end{vmatrix}}{y_{r_ \min}} \\
 C_{[m\ n][i\ j]_{\min}}^{bg} &= \frac{\begin{vmatrix} x_{r_ [m\ n]} & x_{g_ [m\ n]} & x_{g_ \min} \\ y_{r_ [m\ n]} & y_{g_ [m\ n]} & y_{g_ \min} \\ z_{r_ [m\ n]} & z_{g_ [m\ n]} & z_{g_ \min} \end{vmatrix}}{y_{g_ \min}} \\
 C_{[m\ n][i\ j]_{\min}}^{bb} &= \frac{\begin{vmatrix} x_{r_ [m\ n]} & x_{g_ [m\ n]} & x_{b_ [m\ n]} \\ y_{r_ [m\ n]} & y_{g_ [m\ n]} & y_{b_ [m\ n]} \\ z_{r_ [m\ n]} & z_{g_ [m\ n]} & z_{b_ [m\ n]} \end{vmatrix}}{y_{b_ [m\ n]}} \\
 C_{[m\ n][i\ j]_{\min}}^{bb} &= \frac{\begin{vmatrix} x_{r_ [m\ n]} & x_{g_ [m\ n]} & x_{b_ \min} \\ y_{r_ [m\ n]} & y_{g_ [m\ n]} & y_{b_ \min} \\ z_{r_ [m\ n]} & z_{g_ [m\ n]} & z_{b_ \min} \end{vmatrix}}{y_{b_ \min}} \\
 C_{[m\ n][i\ j]_{\min}}^{bb} &= \frac{\begin{vmatrix} x_{r_ [m\ n]} & x_{g_ [m\ n]} & x_{b_ [m\ n]} \\ y_{r_ [m\ n]} & y_{g_ [m\ n]} & y_{b_ [m\ n]} \\ z_{r_ [m\ n]} & z_{g_ [m\ n]} & z_{b_ [m\ n]} \end{vmatrix}}{y_{b_ [m\ n]}} \quad (25)
 \end{aligned} \right\}$$

[0074] 五、将步骤四中的各个显示像素的色度空间变换参数矩阵的各项元素代入式(21),得到各像素的实时驱动显示数据 $R_{[m, n][i, j]}$ 、 $G_{[m, n][i, j]}$ 、 $B_{[m, n][i, j]}$;

[0075]

$$\begin{bmatrix} R_{[m\ n][i\ j]} \\ G_{[m\ n][i\ j]} \\ B_{[m\ n][i\ j]} \end{bmatrix} = T_{[m\ n][i\ j]_{\min}} \begin{bmatrix} R \\ G \\ B \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} C_{[m\ n][i\ j]_{\min}}^{rr} & C_{[m\ n][i\ j]_{\min}}^{rg} & C_{[m\ n][i\ j]_{\min}}^{rb} \\ C_{[m\ n][i\ j]_{\min}}^{gr} & C_{[m\ n][i\ j]_{\min}}^{gg} & C_{[m\ n][i\ j]_{\min}}^{gb} \\ C_{[m\ n][i\ j]_{\min}}^{br} & C_{[m\ n][i\ j]_{\min}}^{bg} & C_{[m\ n][i\ j]_{\min}}^{bb} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} R \\ G \\ B \end{bmatrix} \quad (21)$$

[0076] 六、采用步骤五计算得到的实时驱动显示数据 $[R_{[m, n][i, j]}, G_{[m, n][i, j]}, B_{[m, n][i, j]}]$ 驱动显示屏。

[0077] 前面提到,色度空间变换修正实际上就是一个合理利用“颜色宽容量”的概念消除

LED 显示屏上存在的“色差”问题的过程,若要消除“色差”,首先需要获知 LED 显示屏上各个显示模块(显示像素)的色度参数以便判断它们之间色度的差异以及确定基准色度空间。根据色度学原理,每一个基色的色度参数可以用 $[x, y, z, C]$ 表示,也可以用 $[x, y, B_l]$ 表示,其中 $[x, y]$ 为该基色的色度坐标,而 z 的数值可以由 $[x, y]$ 确定, $z = 1-x-y$ 。 B_l 表示该基色的亮度,一般分配参数 $C = B_l/y$ 。在模块分布形式下,对于 m_n 模块,它的色度参数为 $[x_{r_{[m, n]}}、y_{r_{[m, n]}}、x_{g_{[m, n]}}、y_{g_{[m, n]}}、x_{b_{[m, n]}}、y_{b_{[m, n]}}、B_{r_{[m, n]}}、B_{g_{[m, n]}}、B_{b_{[m, n]}}]$ 。像素分布形式下,对于 m_n 模块的 i_j 像素,它的色度参数为 $[x_{r_{[m, n][i, j]}}、y_{r_{[m, n][i, j]}}、x_{g_{[m, n][i, j]}}、y_{g_{[m, n][i, j]}}、x_{b_{[m, n][i, j]}}、y_{b_{[m, n][i, j]}}、B_{r_{[m, n][i, j]}}、B_{g_{[m, n][i, j]}}、B_{b_{[m, n][i, j]}}]$ 。

[0078] 通过大量 LED 显示屏测试试验发现,LED 发光器件的各个颜色亮度 BL 的分布具有一定的离散性,即亮度差异的分布是以像素形式体现;而 LED 发光器件的色度 $[x, y]$ 不一致现象主要发生在不同批次生产的器件中。正常条件下,LED 发光器件在拼装成 LED 显示屏之前,通常都要首先组装成基本显示单元模组,然后由该基本模组拼装成 LED 显示屏。组成基本显示单元模组的 LED 发光器件通常都来自同一批次生产的产品,显示单元模组内一般色度差异已经在“颜色宽容量”范围之内了。这样的 LED 显示屏有以下几个特点:即模块间的色度偏差大于模块内的色度偏差;模块内各个像素的色度偏差远远小于色度宽容量;模块内的像素间的亮度偏差仍然很大。因此,这种以显示模块组装的 LED 显示屏的颜色不一致问题,主要呈现出一种以显示模组为单位的颜色不均匀现象,同时伴有模块内和模块间的以像素为单位的亮度不一致现象。本发明设定显示模块内的各像素色度参数都相等,对于某一个显示模块仅仅需要测定其中一个像素色度参数,大大减轻了色度参数采集方面的压力。对各个显示像素的实时输入显示数据,利用色度空间变换参数矩阵进行实时运算,即可以得到各个显示像素调整后的实时驱动显示数据 $[R_{[m, n][i, j]}G_{[m, n][i, j]}B_{[m, n][i, j]}]$,使整个显示屏所有显示像素显示出同基准色度空间颜色基本一致的 $[X_{min_{[m, n][i, j]}}Y_{min_{[m, n][i, j]}}Z_{min_{[m, n][i, j]}}$,其颜色差异全部在“颜色宽容量”范围之内,达到了 LED 显示屏颜色均匀性校正的目的。

[0079] 所述步骤 2) 中确定显示屏各基色基准色度坐标的具体步骤如下:

[0080] a、根据各显示像素的色度坐标 $[x_{r_{[m, n]}}、y_{r_{[m, n]}}]$ 、 $[x_{g_{[m, n]}}、y_{g_{[m, n]}}]$ 和 $[x_{b_{[m, n]}}、y_{b_{[m, n]}}]$,在色度平面图上标明其位置;

[0081] b、建立红基色和绿基色之间的直线方程 $line_{rg_{[m, n]}}$ 、红基色和蓝基色之间的直线方程 $line_{rb_{[m, n]}}$ 、绿基色和蓝基色之间的直线方程 $line_{gb_{[m, n]}}$;得到 3 个直线簇,分别为红绿直线簇、红蓝直线簇及绿蓝直线簇;

[0082] c、在红绿直线簇和红蓝直线簇处形成直线的交点集合,从中选出距参考白场色度坐标 $[x_w、y_w]$ 距离最短的点作为红基色基准色度坐标 $[x_{r_{min}}、y_{r_{min}}]$;在红绿直线簇和绿蓝直线簇处形成直线的交点集合,从中选出距参考白场色度坐标 $[x_w、y_w]$ 距离最短的点作为绿基色基准色度坐标 $[x_{g_{min}}、y_{g_{min}}]$;在绿蓝直线簇和红蓝直线簇处形成直线的交点集合,从中选出距参考白场色度坐标 $[x_w、y_w]$ 距离最短的点作为蓝基色基准色度坐标 $[x_{b_{min}}、y_{b_{min}}]$;

[0083] 所述步骤 (2) 中确定各个基色的基准亮度 $[B_{r_{min}}、B_{g_{min}}、B_{b_{min}}]$ 的具体步骤如下:

[0084] a、过红基色基准色度坐标 $[x_{r_{min}}、y_{r_{min}}]$ 所在的点、绿基色基准色度坐标 $[x_{g_{min}}、y_{g_{min}}]$ 所在的点和蓝基色基准色度坐标 $[x_{b_{min}}、y_{b_{min}}]$ 所在的点做垂直于色度平面的直线,

以该 3 条直线作为基准色度空间参考线；

[0085] b、各像素色度空间坐标点 $[x_{r_{[m,n]}}, y_{r_{[m,n]}}, B_{r_{[m,n]}[i,j]}]$ 、 $[x_{g_{[m,n]}}, y_{g_{[m,n]}}, B_{g_{[m,n]}[i,j]}]$ 和 $[x_{b_{[m,n]}}, y_{b_{[m,n]}}, B_{b_{[m,n]}[i,j]}]$ 形成的平面 $plane_rgb_{[m,n]}[i,j]$ 同 3 条基准色度空间参考线相交, 得到 3 组空间坐标点集合, 它们分布在 3 条基准色度空间参考线上, 亮度数值分别为 $[B_{r_{[m,n]}[i,j]_{min}}]$ 、 $[B_{g_{[m,n]}[i,j]_{min}}]$ 和 $[B_{b_{[m,n]}[i,j]_{min}}]$; 在空间坐标点集合 $[x_{r_{min}}, y_{r_{min}}, B_{r_{[m,n]}[i,j]_{min}}]$ 中选取 $[B_{r_{[m,n]}[i,j]_{min}}]$ 最小的色度空间点, 将该空间点的亮度作为红基色的基准亮度 $B_{r_{min}}$; 在空间坐标点集合 $[x_{g_{min}}, y_{g_{min}}, B_{g_{[m,n]}[i,j]_{min}}]$ 中选取 $[B_{g_{[m,n]}[i,j]_{min}}]$ 最小的色度空间点, 将该空间点的亮度作为绿基色的基准亮度 $B_{g_{min}}$; 在空间坐标点集合 $[x_{b_{min}}, y_{b_{min}}, B_{b_{[m,n]}[i,j]_{min}}]$ 中选取 $[B_{b_{[m,n]}[i,j]_{min}}]$ 最小的色度空间点, 将该空间点的亮度作为蓝基色的基准亮度 $B_{b_{min}}$ 。

附图说明：

[0086] 下面结合附图和具体实施方式对本发明作进一步详细说明。

[0087] 图 1 为 LED 平板显示屏以模块形式出现色度空间参数差异示意图。

[0088] 图 2 为 LED 平板显示屏以像素形式出现色度空间参数差异示意图。

[0089] 图 3 为 LED 平板显示屏各个基准基色色度坐标确定示意图。

[0090] 图 4 为实现本发明的 LED 显示屏亮色度分离采集混合校正方法实施例 1 的装置结构示意图。

[0091] 图 5 为实现本发明的 LED 显示屏亮色度分离采集混合校正方法实施例 2 的装置结构示意图。

具体实施方式：

[0092] 本发明的 LED 显示屏亮色度分离采集混合校正方法具体实现步骤如下：

[0093] 1) 对于 LED 显示屏 (包含 M 行、N 列显示模块, 每个显示模块内包含 I 行、J 列像素), 鉴于显示模块内的色度差异可以忽略, 于是有：

$$[0094] \begin{cases} x_{r_{[m,n]}[i,j]} = x_{r_{[m,n]}} = x_{r_{m_n}} \\ y_{r_{[m,n]}[i,j]} = y_{r_{[m,n]}} = y_{r_{m_n}} \\ x_{g_{[m,n]}[i,j]} = x_{g_{[m,n]}} = x_{g_{m_n}} \\ y_{g_{[m,n]}[i,j]} = y_{g_{[m,n]}} = y_{g_{m_n}} \quad (14) \\ x_{b_{[m,n]}[i,j]} = x_{b_{[m,n]}} = x_{b_{m_n}} \\ y_{b_{[m,n]}[i,j]} = y_{b_{[m,n]}} = y_{b_{m_n}} \end{cases}$$

[0095] $x_{r_{[m,n]}}$ 、 $y_{r_{[m,n]}}$ 、 $x_{g_{[m,n]}}$ 、 $y_{g_{[m,n]}}$ 、 $x_{b_{[m,n]}}$ 、 $y_{b_{[m,n]}}$ 分别表示 m_n 模块的红基色 X 色度坐标、红基色 Y 色度坐标、绿基色 X 色度坐标、绿基色 Y 色度坐标、蓝基色 X 色度坐标、蓝基色 Y 色度坐标; 为了更简便的表示这些色度坐标, 可以记为

$x_{r_{m_n}}$ 、 $y_{r_{m_n}}$ 、 $x_{g_{m_n}}$ 、 $y_{g_{m_n}}$ 、 $x_{b_{m_n}}$ 、 $y_{b_{m_n}}$ 。

[0096] 根据式 (14), 利用亮度检测仪获得 LED 显示屏 $M \times N$ 个模块的色度坐标, 这样所有显示像素的色度坐标得以确定。

[0097] 2) 采集各个显示像素的亮度参数; 由于亮度参数的获得要比色度参数简单, 在本发明中利用高速的光学设备可以完成该项工作, 得到各个显示像素的亮度参数 $[B_{r_{[m,n]}}[i,j], B_{g_{[m,n]}}[i,j], B_{b_{[m,n]}}[i,j]]$ 。

[0098] 这样对于 m_n 模块的 i_j 像素, 它的色度参数集合为 $[x_{r_{[m,n]}}、y_{r_{[m,n]}}、x_{g_{[m,n]}}、y_{g_{[m,n]}}、x_{b_{[m,n]}}、y_{b_{[m,n]}}、B_{r_{[m,n]}}[i,j]、B_{g_{[m,n]}}[i,j]、B_{b_{[m,n]}}[i,j]]$ 。

[0099] 3) 确定所有显示像素的色度坐标围成的最小色度三角形覆盖范围, 该最小色度三角形的各个顶点的色度坐标即为整个屏幕各个基色基准色度坐标。

[0100] 如图 3 所示, 根据所有显示像素的色度坐标在色度平面图上标明其位置 (这里由于模块内的色度坐标相同, 色度坐标数目不大于 $3M \times N$), 可以看到表现形式主要按基色颜色分为 3 个群, 表现出各个颜色内部的色度弥散性。对于某一个模块内的各个基色, 它们的色度坐标分别为 $[x_{r_{[m,n]}}、y_{r_{[m,n]}}]$ 、 $[x_{g_{[m,n]}}、y_{g_{[m,n]}}]$ 和 $[x_{b_{[m,n]}}、y_{b_{[m,n]}}]$, 首先连接红基色和绿基色之间的直线方程 $line_{rg_{[m,n]}}$, 然后建立红基色和蓝基色之间的直线方程 $line_{rb_{[m,n]}}$, 最后建立绿基色和蓝基色之间的直线方程 $line_{gb_{[m,n]}}$; 对于每一个模块的各个基色都进行这样的操作, 得到 3 个直线簇, 分别为红绿直线簇、红蓝直线簇及绿蓝直线簇。

[0101] 在红绿直线簇和红蓝直线簇处形成直线的交点集合, 从中选出距参考白场色度坐标距离最短的点作为红基色基准色度坐标 $[x_{r_{min}}、y_{r_{min}}]$; 在红绿直线簇和绿蓝直线簇处形成直线的交点集合, 从中选出距参考白场色度坐标距离最短的点作为绿基色基准色度坐标 $[x_{g_{min}}、y_{g_{min}}]$; 在绿蓝直线簇和红蓝直线簇处形成直线的交点集合, 从中选出距参考白场色度坐标距离最短的点作为蓝基色基准色度坐标 $[x_{b_{min}}、y_{b_{min}}]$ 。

[0102] 4) 在确定了各基色基准色度坐标后, 再确定各个基色的基准亮度 $[B_{r_{min}}、B_{g_{min}}、B_{b_{min}}]$, 此处的角标 min 并不一定表示各个基色的基准亮度是测量亮度中选取最小的, 而是表示其为基准色度空间的基色空间内切最小亮度数值。对于 m_n 模块的 i_j 像素, 在色度平面上表现为三个基色坐标点, 色度坐标分别为 $[x_{r_{[m,n]}}、y_{r_{[m,n]}}]$ 、 $[x_{g_{[m,n]}}、y_{g_{[m,n]}}]$ 和 $[x_{b_{[m,n]}}、y_{b_{[m,n]}}]$, 而在色度空间也表现为三个坐标点, 分别为 $[x_{r_{[m,n]}}、y_{r_{[m,n]}}、B_{r_{[m,n]}}[i,j]]$ 、 $[x_{g_{[m,n]}}、y_{g_{[m,n]}}、B_{g_{[m,n]}}[i,j]]$ 和 $[x_{b_{[m,n]}}、y_{b_{[m,n]}}、B_{b_{[m,n]}}[i,j]]$, 这样的空间点最多为 $3M \times N \times I \times J$, 由于模块内的色度坐标相同, 所以模块内的 $3I \times J$ 个空间点分布于 3 条垂直于色度平面的直线上, 这样的直线有 $3M \times N$ 条。

[0103] 在步骤 4) 中, 已经确定红基色基准色度坐标 $[x_{r_{min}}、y_{r_{min}}]$; 绿基色基准色度坐标 $[x_{g_{min}}、y_{g_{min}}]$; 蓝基色基准色度坐标 $[x_{b_{min}}、y_{b_{min}}]$; 过此 3 点做垂直于色度平面的直线, 该 3 条直线围成的 3 棱柱作为基准色度空间基本外壁。该 3 条直线称为基准色度空间参考线。对于 m_n 模块的 i_j 像素, 过其色度空间的三个坐标点 $[x_{r_{[m,n]}}、y_{r_{[m,n]}}、B_{r_{[m,n]}}[i,j]]$ 、 $[x_{g_{[m,n]}}、y_{g_{[m,n]}}、B_{g_{[m,n]}}[i,j]]$ 和 $[x_{b_{[m,n]}}、y_{b_{[m,n]}}、B_{b_{[m,n]}}[i,j]]$, 形成平面 $plane_{rgb_{[m,n]}}[i,j]$; 这样的平面最多有 $M \times N \times I \times J$ 个, 每个平面同 3 条基准色度空间参考线分别有一个交点, 一共有 3 个, 分别对应 3 个基色, 记为 $[x_{r_{min}}、y_{r_{min}}、B_{r_{[m,n]}}[i,j]_{min}]$ 、 $[x_{g_{min}}、y_{g_{min}}、B_{g_{[m,n]}}[i,j]_{min}]$ 和 $[x_{b_{min}}、y_{b_{min}}、B_{b_{[m,n]}}[i,j]_{min}]$ 。

[0104] 将所有的平面 $plane_{rgb_{[m,n]}}[i,j]$ 同 3 条基准色度空间参考线相交, 得到 3 组空间坐标点集合, 它们分布在 3 条基准色度空间参考线上, 特征在于亮度数值不同, 分别为 $[B_{r_{$

$[x_{r_min}, y_{r_min}, B_{r_min}]$ 、 $[B_{g_min}, y_{g_min}]$ 和 $[B_{b_min}, y_{b_min}]$ ；在空间坐标点集合 $[x_{r_min}, y_{r_min}, B_{r_min}]$ 中选取 $[B_{r_min}, y_{r_min}]$ 最小的色度空间点作为红基色基准色度空间点，记为 $[x_{r_min}, y_{r_min}, B_{r_min}]$ ；在空间坐标点集合 $[x_{g_min}, y_{g_min}, B_{g_min}]$ 中选取 $[B_{g_min}, y_{g_min}]$ 最小的色度空间点作为绿基色基准色度空间点，记为 $[x_{g_min}, y_{g_min}, B_{g_min}]$ ；在空间坐标点集合 $[x_{b_min}, y_{b_min}, B_{b_min}]$ 中选取 $[B_{b_min}, y_{b_min}]$ 最小的色度空间点作为蓝基色基准色度空间点，记为 $[x_{b_min}, y_{b_min}, B_{b_min}]$ 。

[0105] LED 平板显示屏基准色度参数为 $[x_{g_min}, y_{g_min}, x_{g_min}, y_{g_min}, x_{b_min}, y_{b_min}, B_{r_min}, B_{g_min}, B_{b_min}]$ ；LED 平板显示屏基准色度空

$$[0106] \begin{bmatrix} X_{min} \\ Y_{min} \\ Z_{min} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} C_{r_min} x_{r_min} & C_{g_min} x_{g_min} & C_{b_min} x_{b_min} \\ C_{r_min} y_{r_min} & C_{g_min} y_{g_min} & C_{b_min} y_{b_min} \\ C_{r_min} z_{r_min} & C_{g_min} z_{g_min} & C_{b_min} z_{b_min} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} R \\ G \\ B \end{bmatrix} \quad (15)$$

$$[0107] \begin{bmatrix} C_{r_min} \\ C_{g_min} \\ C_{b_min} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} B_{r_min} / y_{r_min} \\ B_{g_min} / y_{g_min} \\ B_{b_min} / y_{b_min} \end{bmatrix} \quad (16)$$

[0108] 5) 在确定了基准色度空间后，根据上述获得的所有模块中各个显示像素的色度空间也就确定了，对于 m_n 模块的 i_j 像素，它的色度空间为：

[0109]

$$\begin{bmatrix} X_{[m,n][i,j]} \\ Y_{[m,n][i,j]} \\ Z_{[m,n][i,j]} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} C_{r_min}[i,j] x_{r_min} & C_{g_min}[i,j] x_{g_min} & C_{b_min}[i,j] x_{b_min} \\ C_{r_min}[i,j] y_{r_min} & C_{g_min}[i,j] y_{g_min} & C_{b_min}[i,j] y_{b_min} \\ C_{r_min}[i,j] z_{r_min} & C_{g_min}[i,j] z_{g_min} & C_{b_min}[i,j] z_{b_min} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} R \\ G \\ B \end{bmatrix} \quad (17)$$

$$[0110] \begin{bmatrix} C_{r_min}[i,j] \\ C_{g_min}[i,j] \\ C_{b_min}[i,j] \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} B_{r_min}[i,j] / y_{r_min} \\ B_{g_min}[i,j] / y_{g_min} \\ B_{b_min}[i,j] / y_{b_min} \end{bmatrix} \quad (18)$$

[0111] 根据专利 03127037.9 的描述，公式 (15) 为色度空间变换的标准，各个显示像素的显示数据需要进行变换保证其显示出同基准色度空间一样的颜色 $[X_{min} Y_{min} Z_{min}]$ 。也就是说，对于基准色度空间使用的一组输入显示数据 $[RGB]$ ，各个显示像素的显示数据 $[R_{[m,n][i,j]} G_{[m,$

$n][i, j]B_{[m, n][i, j]}$ 需要通过各自的实时色度空间变换参数矩阵产生的新的实时驱动显示数据 $[R_{[m, n][i, j]}G_{[m, n][i, j]}B_{[m, n][i, j]}]$, 确保整个显示屏的颜色均匀性。

[0112] (6) 以下确定各个显示像素的色度空间变换参数矩阵, 公式 (17) 采用显示数据 $[R_{[m, n][i, j]}G_{[m, n][i, j]}B_{[m, n][i, j]}]$ 就表示为:

[0113]

$$\begin{bmatrix} X_{[m, n][i, j]} \\ Y_{[m, n][i, j]} \\ Z_{[m, n][i, j]} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} C_{r_{[m, n][i, j]}}x_{r_{[m, n]}} & C_{g_{[m, n][i, j]}}x_{g_{[m, n]}} & C_{b_{[m, n][i, j]}}x_{b_{[m, n]}} \\ C_{r_{[m, n][i, j]}}y_{r_{[m, n]}} & C_{g_{[m, n][i, j]}}y_{g_{[m, n]}} & C_{b_{[m, n][i, j]}}y_{b_{[m, n]}} \\ C_{r_{[m, n][i, j]}}z_{r_{[m, n]}} & C_{g_{[m, n][i, j]}}z_{g_{[m, n]}} & C_{b_{[m, n][i, j]}}z_{b_{[m, n]}} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} R_{[m, n][i, j]} \\ G_{[m, n][i, j]} \\ B_{[m, n][i, j]} \end{bmatrix} \quad (19)$$

[0114] 根据公式 (11) 的色度空间变换原理, 各个显示像素的色度空间变换参数矩阵表示为:

$$T_{[m, n][ij]_{\min}} = \begin{bmatrix} C_{[m, n][ij]_{\min}}^{rr} & C_{[m, n][ij]_{\min}}^{rg} & C_{[m, n][ij]_{\min}}^{rb} \\ C_{[m, n][ij]_{\min}}^{gr} & C_{[m, n][ij]_{\min}}^{gg} & C_{[m, n][ij]_{\min}}^{gb} \\ C_{[m, n][ij]_{\min}}^{br} & C_{[m, n][ij]_{\min}}^{bg} & C_{[m, n][ij]_{\min}}^{bb} \end{bmatrix} \quad (20)$$

[0116] 显示数据的变换过程为

[0117]

$$\begin{bmatrix} R_{[m, n][ij]} \\ G_{[m, n][ij]} \\ B_{[m, n][ij]} \end{bmatrix} = T_{[m, n][ij]_{\min}} \begin{bmatrix} R \\ G \\ B \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} C_{[m, n][ij]_{\min}}^{rr} & C_{[m, n][ij]_{\min}}^{rg} & C_{[m, n][ij]_{\min}}^{rb} \\ C_{[m, n][ij]_{\min}}^{gr} & C_{[m, n][ij]_{\min}}^{gg} & C_{[m, n][ij]_{\min}}^{gb} \\ C_{[m, n][ij]_{\min}}^{br} & C_{[m, n][ij]_{\min}}^{bg} & C_{[m, n][ij]_{\min}}^{bb} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} R \\ G \\ B \end{bmatrix} \quad (21)$$

[0118] 各个显示像素的色度空间变换参数矩阵各项元素为

[0119]

$$\left. \begin{aligned}
 C_{[m\eta][ij]_{\min}}^{rr} &= \left| \begin{array}{ccc} x_{r_min} & x_{g_ [m\eta]} & x_{b_ [m\eta]} \\ y_{r_min} & y_{g_ [m\eta]} & y_{b_ [m\eta]} \\ z_{r_min} & z_{g_ [m\eta]} & z_{b_ [m\eta]} \end{array} \right| \frac{B_{r_min}}{y_{r_min}} \\
 C_{[m\eta][ij]_{\min}}^{rg} &= \left| \begin{array}{ccc} x_{r_ [m\eta]} & x_{g_ [m\eta]} & x_{b_ [m\eta]} \\ y_{r_ [m\eta]} & y_{g_ [m\eta]} & y_{b_ [m\eta]} \\ z_{r_ [m\eta]} & z_{g_ [m\eta]} & z_{b_ [m\eta]} \end{array} \right| \frac{B_{r_ [m\eta][ij]}}{y_{r_ [m\eta]}} \\
 C_{[m\eta][ij]_{\min}}^{rg} &= \left| \begin{array}{ccc} x_{g_min} & x_{g_ [m\eta]} & x_{b_ [m\eta]} \\ y_{g_min} & y_{g_ [m\eta]} & y_{b_ [m\eta]} \\ z_{g_min} & z_{g_ [m\eta]} & z_{b_ [m\eta]} \end{array} \right| \frac{B_{g_min}}{y_{g_min}} \\
 C_{[m\eta][ij]_{\min}}^{rb} &= \left| \begin{array}{ccc} x_{r_ [m\eta]} & x_{g_ [m\eta]} & x_{b_ [m\eta]} \\ y_{r_ [m\eta]} & y_{g_ [m\eta]} & y_{b_ [m\eta]} \\ z_{r_ [m\eta]} & z_{g_ [m\eta]} & z_{b_ [m\eta]} \end{array} \right| \frac{B_{r_ [m\eta][ij]}}{y_{r_ [m\eta]}} \\
 C_{[m\eta][ij]_{\min}}^{rb} &= \left| \begin{array}{ccc} x_{b_min} & x_{g_ [m\eta]} & x_{b_ [m\eta]} \\ y_{b_min} & y_{g_ [m\eta]} & y_{b_ [m\eta]} \\ z_{b_min} & z_{g_ [m\eta]} & z_{b_ [m\eta]} \end{array} \right| \frac{B_{b_min}}{y_{b_min}} \\
 C_{[m\eta][ij]_{\min}}^{rb} &= \left| \begin{array}{ccc} x_{r_ [m\eta]} & x_{g_ [m\eta]} & x_{b_ [m\eta]} \\ y_{r_ [m\eta]} & y_{g_ [m\eta]} & y_{b_ [m\eta]} \\ z_{r_ [m\eta]} & z_{g_ [m\eta]} & z_{b_ [m\eta]} \end{array} \right| \frac{B_{r_ [m\eta][ij]}}{y_{r_ [m\eta]}}
 \end{aligned} \right. \quad (22)$$

[0120]

$$\left. \begin{aligned}
 & C_{[m\ n][i\ j]_{\min}}^{gr} = \frac{\begin{vmatrix} x_{r_{[m\ n]}} & x_{r_{\min}} & x_{b_{[m\ n]}} \\ y_{r_{[m\ n]}} & y_{r_{\min}} & y_{b_{[m\ n]}} \\ z_{r_{[m\ n]}} & z_{r_{\min}} & z_{b_{[m\ n]}} \end{vmatrix}}{y_{r_{\min}}} \frac{B_{r_{\min}}}{y_{r_{\min}}} \\
 & C_{[m\ n][i\ j]_{\min}}^{gg} = \frac{\begin{vmatrix} x_{r_{[m\ n]}} & x_{g_{[m\ n]}} & x_{b_{[m\ n]}} \\ y_{r_{[m\ n]}} & y_{g_{[m\ n]}} & y_{b_{[m\ n]}} \\ z_{r_{[m\ n]}} & z_{g_{[m\ n]}} & z_{b_{[m\ n]}} \end{vmatrix}}{y_{g_{[m\ n]}}} \frac{B_{g_{[m\ n]}}[i\ j]}{y_{g_{[m\ n]}}} \\
 & C_{[m\ n][i\ j]_{\min}}^{gg} = \frac{\begin{vmatrix} x_{r_{[m\ n]}} & x_{g_{\min}} & x_{b_{[m\ n]}} \\ y_{r_{[m\ n]}} & y_{g_{\min}} & y_{b_{[m\ n]}} \\ z_{r_{[m\ n]}} & z_{g_{\min}} & z_{b_{[m\ n]}} \end{vmatrix}}{y_{g_{\min}}} \frac{B_{g_{\min}}}{y_{g_{\min}}} \\
 & C_{[m\ n][i\ j]_{\min}}^{gb} = \frac{\begin{vmatrix} x_{r_{[m\ n]}} & x_{b_{\min}} & x_{b_{[m\ n]}} \\ y_{r_{[m\ n]}} & y_{b_{\min}} & y_{b_{[m\ n]}} \\ z_{r_{[m\ n]}} & z_{b_{\min}} & z_{b_{[m\ n]}} \end{vmatrix}}{y_{b_{\min}}} \frac{B_{b_{\min}}}{y_{b_{\min}}} \\
 & C_{[m\ n][i\ j]_{\min}}^{gb} = \frac{\begin{vmatrix} x_{r_{[m\ n]}} & x_{g_{[m\ n]}} & x_{b_{[m\ n]}} \\ y_{r_{[m\ n]}} & y_{g_{[m\ n]}} & y_{b_{[m\ n]}} \\ z_{r_{[m\ n]}} & z_{g_{[m\ n]}} & z_{b_{[m\ n]}} \end{vmatrix}}{y_{g_{[m\ n]}}} \frac{B_{g_{[m\ n]}}[i\ j]}{y_{g_{[m\ n]}}}
 \end{aligned} \right\} \quad (23)$$

[0121]

$$\left. \begin{aligned}
 & C_{[m\ n][i\ j]_{\min}}^{br} = \frac{\begin{vmatrix} x_{r_{[m\ n]}} & x_{g_{[m\ n]}} & x_{r_{\min}} \\ y_{r_{[m\ n]}} & y_{g_{[m\ n]}} & y_{r_{\min}} \\ z_{r_{[m\ n]}} & z_{g_{[m\ n]}} & z_{r_{\min}} \end{vmatrix}}{y_{r_{\min}}} \\
 & C_{[m\ n][i\ j]_{\min}}^{bg} = \frac{\begin{vmatrix} x_{r_{[m\ n]}} & x_{g_{[m\ n]}} & x_{b_{[m\ n]}} \\ y_{r_{[m\ n]}} & y_{g_{[m\ n]}} & y_{b_{[m\ n]}} \\ z_{r_{[m\ n]}} & z_{g_{[m\ n]}} & z_{b_{[m\ n]}} \end{vmatrix}}{y_{b_{[m\ n]}}} \\
 & C_{[m\ n][i\ j]_{\min}}^{bb} = \frac{\begin{vmatrix} x_{r_{[m\ n]}} & x_{g_{[m\ n]}} & x_{b_{\min}} \\ y_{r_{[m\ n]}} & y_{g_{[m\ n]}} & y_{b_{\min}} \\ z_{r_{[m\ n]}} & z_{g_{[m\ n]}} & z_{b_{\min}} \end{vmatrix}}{y_{b_{\min}}} \\
 & C_{[m\ n][i\ j]_{\min}}^{bb} = \frac{\begin{vmatrix} x_{r_{[m\ n]}} & x_{g_{[m\ n]}} & x_{b_{[m\ n]}} \\ y_{r_{[m\ n]}} & y_{g_{[m\ n]}} & y_{b_{[m\ n]}} \\ z_{r_{[m\ n]}} & z_{g_{[m\ n]}} & z_{b_{[m\ n]}} \end{vmatrix}}{y_{b_{[m\ n]}}} \quad (25)
 \end{aligned} \right\}$$

[0122] 以上得到显示屏各个显示像素的色度空间变换参数矩阵,如果设定需要进行色度空间转换的显示屏的基色显示函数特性全部为线性关系,并且线性系数为 1,则仅仅需要对各个显示像素实际的实时输入显示数据,利用该方法进行显示像素的色度空间变换参数矩阵进行实时运算,即可以得到各个显示像素调整后的实时驱动显示数据 $[R_{[m, n][i, j]} G_{[m, n][i, j]} B_{[m, n][i, j]}$,使整个显示屏所有显示像素显示出同基准色度空间颜色基本一致的 $[X_{\min_{[m, n][i, j]}} Y_{\min_{[m, n][i, j]}} Z_{\min_{[m, n][i, j]}}$,其颜色差异全部在“颜色宽容量”范围之内,达到 LED 显示屏颜色均匀性校正的目的。

[0123] 对于显示屏的每一个显示像素,其色度空间变换参数矩阵元素 $[C_{[m, n][i, j]_{\min}}^{rr} C_{[m, n][i, j]_{\min}}^{rg} C_{[m, n][i, j]_{\min}}^{rb} C_{[m, n][i, j]_{\min}}^{gr} C_{[m, n][i, j]_{\min}}^{gg} C_{[m, n][i, j]_{\min}}^{gb} C_{[m, n][i, j]_{\min}}^{br} C_{[m, n][i, j]_{\min}}^{bg} C_{[m, n][i, j]_{\min}}^{bb}]$ 数量为 9,这样,色度空间实时数据修正控制系统色度空间变换参数矩阵元素存储部分需要 $9 \times M \times N \times I \times J$ 个单元。

[0124] 实施例 1

[0125] 设定需要进行色度空间转换的显示屏的基色显示函数特性为线性关系,并且线性系数为 1,输入显示数据 R、G、B 即为原始输入显示数据。本发明同专利 03127037.9 描述的色度空间修正过程相似。如附图 4 所示,实现本发明 LED 显示屏亮色度分离采集混合校正方法的控制系统包括红基色输入显示数据控制器 1、绿基色输入显示数据控制器 2、蓝基色输入显示数据控制器 3、总控制逻辑 4、当前正在进行运算的显示像素的色度空间变换参数矩阵元素 $C_{[m,n][i,j]_{min}^{rr}}$ 缓存器 5、当前正在进行运算的显示像素的色度空间变换参数矩阵元素 $C_{[m,n][i,j]_{min}^{rg}}$ 缓存器 6、当前正在进行运算的显示像素的色度空间变换参数矩阵元素 $C_{[m,n][i,j]_{min}^{rb}}$ 缓存器 7、当前正在进行运算的显示像素的色度空间变换参数矩阵元素 $C_{[m,n][i,j]_{min}^{gr}}$ 缓存器 8、当前正在进行运算的显示像素的色度空间变换参数矩阵元素 $C_{[m,n][i,j]_{min}^{gg}}$ 缓存器 9、当前正在进行运算的显示像素的色度空间变换参数矩阵元素 $C_{[m,n][i,j]_{min}^{gb}}$ 缓存器 10、当前正在进行运算的显示像素的色度空间变换参数矩阵元素 $C_{[m,n][i,j]_{min}^{br}}$ 缓存器 11、当前正在进行运算的显示像素的色度空间变换参数矩阵元素 $C_{[m,n][i,j]_{min}^{bg}}$ 缓存器 12、当前正在进行运算的显示像素的色度空间变换参数矩阵元素 $C_{[m,n][i,j]_{min}^{bb}}$ 缓存器 13,红基色运算乘法器 14、15、16,绿基色运算乘法器 17、18、19,蓝基色运算乘法器 20、21、22,红基色运算加法器 23,绿基色运算加法器 24,蓝基色运算加法器 25,红基色实时驱动显示数据 26,绿基色实时驱动显示数据 27,蓝基色实时驱动显示数据 28,红基色输入显示数据缓存器 29,绿基色输入显示数据缓存器 30,蓝基色输入显示数据缓存器 31,当前显示像素红基色变换完成的实时驱动显示数据缓存器 32,当前显示像素绿基色变换完成的实时驱动显示数据缓存器 33,当前显示像素蓝基色变换完成的实时驱动显示数据缓存器 34,显示屏所有显示像素的色度空间变换参数矩阵元素 $C_{[m,n][i,j]_{min}^{rr}}$ 存储器 35,显示屏所有显示像素的色度空间变换参数矩阵元素 $C_{[m,n][i,j]_{min}^{rg}}$ 存储器 36,显示屏所有显示像素的色度空间变换参数矩阵元素 $C_{[m,n][i,j]_{min}^{rb}}$ 存储器 37,显示屏所有显示像素的色度空间变换参数矩阵元素 $C_{[m,n][i,j]_{min}^{gr}}$ 存储器 38,显示屏所有显示像素的色度空间变换参数矩阵元素 $C_{[m,n][i,j]_{min}^{gg}}$ 存储器 39,显示屏所有显示像素的色度空间变换参数矩阵元素 $C_{[m,n][i,j]_{min}^{gb}}$ 存储器 40,显示屏所有显示像素的色度空间变换参数矩阵元素 $C_{[m,n][i,j]_{min}^{br}}$ 存储器 41,显示屏所有显示像素的色度空间变换参数矩阵元素 $C_{[m,n][i,j]_{min}^{bg}}$ 存储器 42,显示屏所有显示像素的色度空间变换参数矩阵元素 $C_{[m,n][i,j]_{min}^{bb}}$ 存储器 43;控制的简单流程为:总控制逻辑 4 产生控制电路的基本时序信号;红基色输入显示数据控制器 1、绿基色输入显示数据控制器 2、蓝基色输入显示数据控制器 3 不断输入各个显示像素在该时刻的各个基色实时原始显示数据;同时在总控制逻辑 4 的信号控制下,当前正在进行运算的显示像素的色度空间变换参数矩阵元素缓存器 5、6、7、8、9、10、11、12、13 都能从相应的存储器 35、36、37、38、39、40、41、42、43 取得此刻需要参与运算的显示像素色度空间变换参数矩阵元素 $[C_{[m,n][i,j]_{min}^{rr}}C_{[m,n][i,j]_{min}^{rg}}C_{[m,n][i,j]_{min}^{rb}}C_{[m,n][i,j]_{min}^{gr}}C_{[m,n][i,j]_{min}^{gg}}C_{[m,n][i,j]_{min}^{gb}}C_{[m,n][i,j]_{min}^{br}}C_{[m,n][i,j]_{min}^{bg}}C_{[m,n][i,j]_{min}^{bb}}]$;红基色运算乘法器 14、15、16 用来完成红基色的矩阵乘法运算;绿基色运算乘法器 17、18、19 用来完成绿基色的矩阵乘法运算;蓝基色运算乘法器 20、21、22 用来完成蓝基色的矩阵乘法运算;红基色运算加法器 23 用来形成相应显示像素最终变换完成的红基色实时驱动显示数据;绿基色运算加法器 24 用来形成相应显示像素最终变换完成的绿基色实时驱动显示数据;蓝基色运算加法器 25 用来形成相应显示像素最终变换完成的蓝基色实时驱动显示数据;红基色输入显示数据缓存器 29 用来缓存红基色输入显示数据准备进行运算;绿基色输入显

示数据缓存器 30 用来缓存绿基色输入显示数据准备进行运算；蓝基色输入显示数据缓存器 31 用来缓存蓝基色输入显示数据准备进行运算；红基色变换完成实时驱动显示数据缓存器 32 用来缓存红基色实时驱动显示数据准备输出；绿基色变换完成实时驱动显示数据缓存器 33 用来缓存绿基色实时驱动显示数据准备输出；蓝基色变换完成实时驱动显示数据缓存器 34 用来缓存蓝基色实时驱动显示数据准备输出。

[0126] 针对显示屏每一个显示帧的每个显示像素不断进行上述操作，直至完成整个一帧视频图像全部像素数据的转换；在下一帧视频图像进行同样的操作，完成了 LED 显示屏的全屏幕亮色度一致化的校正，保证了高质量视频图像的显示。

[0127] 该方法的特点主要在于，利用亮色度分离采集较快得到有效的亮色度参数，进一步通过混合运算的方式得到各个显示像素色度空间变换参数矩阵元素 $[C_{[m,n][i,j]_{\min}}^{rr} C_{[m,n][i,j]_{\min}}^{rg} C_{[m,n][i,j]_{\min}}^{rb} C_{[m,n][i,j]_{\min}}^{gr} C_{[m,n][i,j]_{\min}}^{gg} C_{[m,n][i,j]_{\min}}^{gb} C_{[m,n][i,j]_{\min}}^{br} C_{[m,n][i,j]_{\min}}^{bg} C_{[m,n][i,j]_{\min}}^{bb}]$ ，再采用专利 03127037.9 描述的色度空间修正方法完成 LED 显示屏亮色度均匀性修正。需要指出的是专利 03127037.9 描述的是在不同显示器之间进行的色度空间修正，涉及各平板显示器各个基色间显示函数方面的变换，本方法中因为 LED 的显示特性大体一致，所以在线性变换中未涉及显示函数方面的变换。

[0128] 实施例 2

[0129] 考虑到 LED 的显示特性不完全为线性，在进行亮色度修正时需要转化为线性数据进行实时运算，有时运算完成后还要进行数据的输出，所以还需要进行一次逆转化。

[0130] 此处，假设 LED 各个基色的显示函数特性为：

$$[0131] \begin{cases} R_L = \Phi_R(R) \\ G_L = \Phi_G(G) \\ B_L = \Phi_B(B) \end{cases} \quad (95)$$

[0132] 其中 $[R \ G \ B]$ 为原始输入显示数据， $[R_L \ G_L \ B_L]$ 为经过显示函数变换的相应基色的显示亮度， $[\Phi_R(R) \ \Phi_G(G) \ \Phi_B(B)]$ 对应相应基色的显示函数，该显示函数是显示器数据和显示亮度的对应关系函数，一般为 $\Phi_R(R) = R^\gamma$ 的指数显示， γ 的一般范围从 1 到 2.8 不等，视显示器的具体情况确定，这一点在专利 03127037.9 中有详细的说明，此处就不过多描述。如果校正后的结果直接应用于显示，则不需要逆转化；但是有时需要提供给其它的 LED 控制器使用，为了方便校正后数据的输出，假定

$$[0133] \begin{cases} \psi_R(R_L) = \Phi_R^{-1}(R_L) \\ \psi_G(G_L) = \Phi_G^{-1}(G_L) \\ \psi_B(B_L) = \Phi_B^{-1}(B_L) \end{cases} \quad (96)$$

[0134] 为 LED 各个基色的显示逆函数表达式，其中 $[R_L \ G_L \ B_L]$ 为相应基色的显示亮度， $[\Phi_R^{-1}(R_L) \ \Phi_G^{-1}(G_L) \ \Phi_B^{-1}(B_L)]$ 对应相应基色的显示函数的逆函数， $[\psi_R(R_L) \ \psi_G(G_L) \ \psi_B(B_L)]$ 是逆转化函数。

[0135] 在实施例 1 的工作过程描述中，红基色输入显示数据缓存器 29、绿基色输入显示数据缓存器 30、蓝基色输入显示数据缓存器 31 用来缓存各个基色输入显示数据准备进行

运算；而在本实施例中，它们则成为红基色显示函数变换器 29'，绿基色显示函数变换器 30'，蓝基色显示函数变换器 31'，用来完成原始输入显示数据的显示函数变换，转化之后的数据准备进行校正运算。实施例 1 中红基色变换完成的实时驱动显示数据缓存器 32、绿基色变换完成的实时驱动显示数据缓存器 33、蓝基色变换完成的实时驱动显示数据缓存器 34 用来缓存各个基色实时驱动显示数据准备输出；而在本实施例中则成为红基色逆转化函数变换器 32'，绿基色逆转化函数变换器 33'，蓝基色逆转化函数变换器 34'。

[0136] 如图 5 所示，实现亮色度分离采集混合校正的控制系统包括红基色输入显示数据控制器 1、绿基色输入显示数据控制器 2、蓝基色输入显示数据控制器 3、总控制逻辑 4、当前正在进行运算的显示像素的色度空间变换参数矩阵元素 $C_{[m,n][i,j]_{min}^{rr}}$ 缓存器 5、当前正在进行运算的显示像素的色度空间变换参数矩阵元素 $C_{[m,n][i,j]_{min}^{rg}}$ 缓存器 6、当前正在进行运算的显示像素的色度空间变换参数矩阵元素 $C_{[m,n][i,j]_{min}^{rb}}$ 缓存器 7、当前正在进行运算的显示像素的色度空间变换参数矩阵元素 $C_{[m,n][i,j]_{min}^{gr}}$ 缓存器 8、当前正在进行运算的显示像素的色度空间变换参数矩阵元素 $C_{[m,n][i,j]_{min}^{gg}}$ 缓存器 9、当前正在进行运算的显示像素的色度空间变换参数矩阵元素 $C_{[m,n][i,j]_{min}^{gb}}$ 缓存器 10、当前正在进行运算的显示像素的色度空间变换参数矩阵元素 $C_{[m,n][i,j]_{min}^{br}}$ 缓存器 11、当前正在进行运算的显示像素的色度空间变换参数矩阵元素 $C_{[m,n][i,j]_{min}^{bg}}$ 缓存器 12、当前正在进行运算的显示像素的色度空间变换参数矩阵元素 $C_{[m,n][i,j]_{min}^{bb}}$ 缓存器 13，红基色运算乘法器 14、15、16，绿基色运算乘法器 17、18、19，蓝基色运算乘法器 20、21、22，红基色运算加法器 23，绿基色运算加法器 24，蓝基色运算加法器 25，红基色驱动显示数据 26，绿基色驱动显示数据 27，蓝基色驱动显示数据 28，红基色显示函数变换器 29'，绿基色显示函数变换器 30'，蓝基色显示函数变换器 31'，当前显示像素红基色变换完成后的逆转化函数变换器 32'，当前显示像素绿基色变换完成后的逆转化函数变换器 33'，当前显示像素蓝基色变换完成完成后的逆转化函数变换器 34'，显示屏所有显示像素的色度空间变换参数矩阵元素 $C_{[m,n][i,j]_{min}^{rr}}$ 存储器 35，显示屏所有显示像素的色度空间变换参数矩阵元素 $C_{[m,n][i,j]_{min}^{rg}}$ 存储器 36，显示屏所有显示像素的色度空间变换参数矩阵元素 $C_{[m,n][i,j]_{min}^{rb}}$ 存储器 37，显示屏所有显示像素的色度空间变换参数矩阵元素 $C_{[m,n][i,j]_{min}^{gr}}$ 存储器 38，显示屏所有显示像素的色度空间变换参数矩阵元素 $C_{[m,n][i,j]_{min}^{gg}}$ 存储器 39，显示屏所有显示像素的色度空间变换参数矩阵元素 $C_{[m,n][i,j]_{min}^{gb}}$ 存储器 40，显示屏所有显示像素的色度空间变换参数矩阵元素 $C_{[m,n][i,j]_{min}^{br}}$ 存储器 41，显示屏所有显示像素的色度空间变换参数矩阵元素 $C_{[m,n][i,j]_{min}^{bg}}$ 存储器 42，显示屏所有显示像素的色度空间变换参数矩阵元素 $C_{[m,n][i,j]_{min}^{bb}}$ 存储器 43。

[0137] 工作过程为：总控制逻辑 4 在每一个显示像素周期内产生数据选通信号并通过控制线 a 传送给红基色输入显示数据控制器 1、绿基色输入显示数据控制器 2、蓝基色输入显示数据控制器 3，使红基色原始输入显示数据通过数据线 e 输入给红基色显示函数变换器 29'，绿基色原始输入显示数据通过数据线 f 输入给绿基色显示函数变换器 30'，蓝基色原始输入显示数据通过数据线 g 输入给蓝基色显示函数变换器 31'；控制逻辑 4 通过控制线 s 控制红基色显示函数变换器 29'、绿基色显示函数变换器 30' 和蓝基色显示函数变换器 31' 对各自的数据进行变换，使红基色变换数据通过数据线 u 输入给红基色运算乘法器 14、绿基色运算乘法器 17、蓝基色运算乘法器 20，绿基色变换数据通过数据线 v 输入给红基色运算乘法器 15、绿基色运算乘法器 18、蓝基色运算乘法器 21，蓝基色变换数据通过数据

线 w 输入给红基色运算乘法器 17、绿基色运算乘法器 19、蓝基色运算乘法器 22,与此同时,控制逻辑 4 产生当前显示模块(显示像素)校正参数选通信号通过地址线 b 传送给显示屏所有显示像素的色度空间变换参数矩阵元素存储器 35、36、37、38、39、40、41、42、43,并通过数据线 h1、i1、j1、k1、l1、m1、n1、p1、q1 将当前需要参与运算的显示像素色度空间变换参数矩阵元素 $[C_{[m,n][i,j]_{min}}^{rr} C_{[m,n][i,j]_{min}}^{rg} C_{[m,n][i,j]_{min}}^{rn} C_{[m,n][i,j]_{min}}^{gr} C_{[m,n][i,j]_{min}}^{gg} C_{[m,n][i,j]_{min}}^{gb} C_{[m,n][i,j]_{min}}^{br} C_{[m,n][i,j]_{min}}^{bg} C_{[m,n][i,j]_{min}}^{bb}]$ 传送给当前正在进行运算的显示像素的色度空间变换参数矩阵元素缓存器 5、6、7、8、9、10、11、12、13,使对应的数据通过数据线 h、i、j、k、l、m、n、p、q 传送给红基色运算乘法器 14、15、16,绿基色运算乘法器 17、18、19,蓝基色运算乘法器 20、21、22。然后控制逻辑 4 产生运算信号并通过控制线 c 传送给红基色运算乘法器 14、15、16,绿基色运算乘法器 17、18、19,蓝基色运算乘法器 20、21、22;红基色运算乘法器 14、15、16 完成转换方程 $C_{[m,n][i,j]_{min}}^{rr} \Phi_R(R)$ 、 $C_{[m,n][i,j]_{min}}^{rg} \Phi_G(G)$ 、 $C_{[m,n][i,j]_{min}}^{rb} \Phi_B(B)$ 的运算;绿基色运算乘法器 17、18、19 完成 $C_{[m,n][i,j]_{min}}^{gr} \Phi_R(R)$ 、 $C_{[m,n][i,j]_{min}}^{gg} \Phi_G(G)$ 、 $C_{[m,n][i,j]_{min}}^{gb} \Phi_B(B)$ 的运算;蓝基色运算乘法器 20、21、22 完成 $C_{[m,n][i,j]_{min}}^{br} \Phi_R(R)$ 、 $C_{[m,n][i,j]_{min}}^{bg} \Phi_G(G)$ 、 $C_{[m,n][i,j]_{min}}^{bb} \Phi_B(B)$ 的运算;产生的中间结果通过数据线 r1、r2、r3、g1、g2、g3、b1、b2、b3 送入红基色运算加法器 23、绿基色运算加法器 24 和蓝基色运算加法器 25。在控制逻辑 4 由控制线 d 传送给控制信号作用下,红基色运算加法器 23、绿基色运算加法器 24 和蓝基色运算加法器 25 产生当前显示像素的各个基色实际数量的运算结果;该运算结果分别送入当前显示像素红基色变换完成后的逆转化函数变换器 32',当前显示像素绿基色变换完成后的逆转化函数变换器 33' 和当前显示像素蓝基色变换完成后的逆转化函数变换器 34';在控制逻辑 4 由控制线 y 传送给控制信号作用下,红基色驱动特性逆变换器 32'、绿基色驱动特性逆变换器 33' 和蓝基色驱动特性逆变换器 34' 产生最终的驱动显示数据。在下一个显示像素周期继续进行上述操作,直至完成整个一场视频图像全部像素数据的转换;在下一场视频图像进行同样的操作,完成了 LED 显示屏的全屏幕亮色度一致化的校正,保证了高质量视频图像的显示。

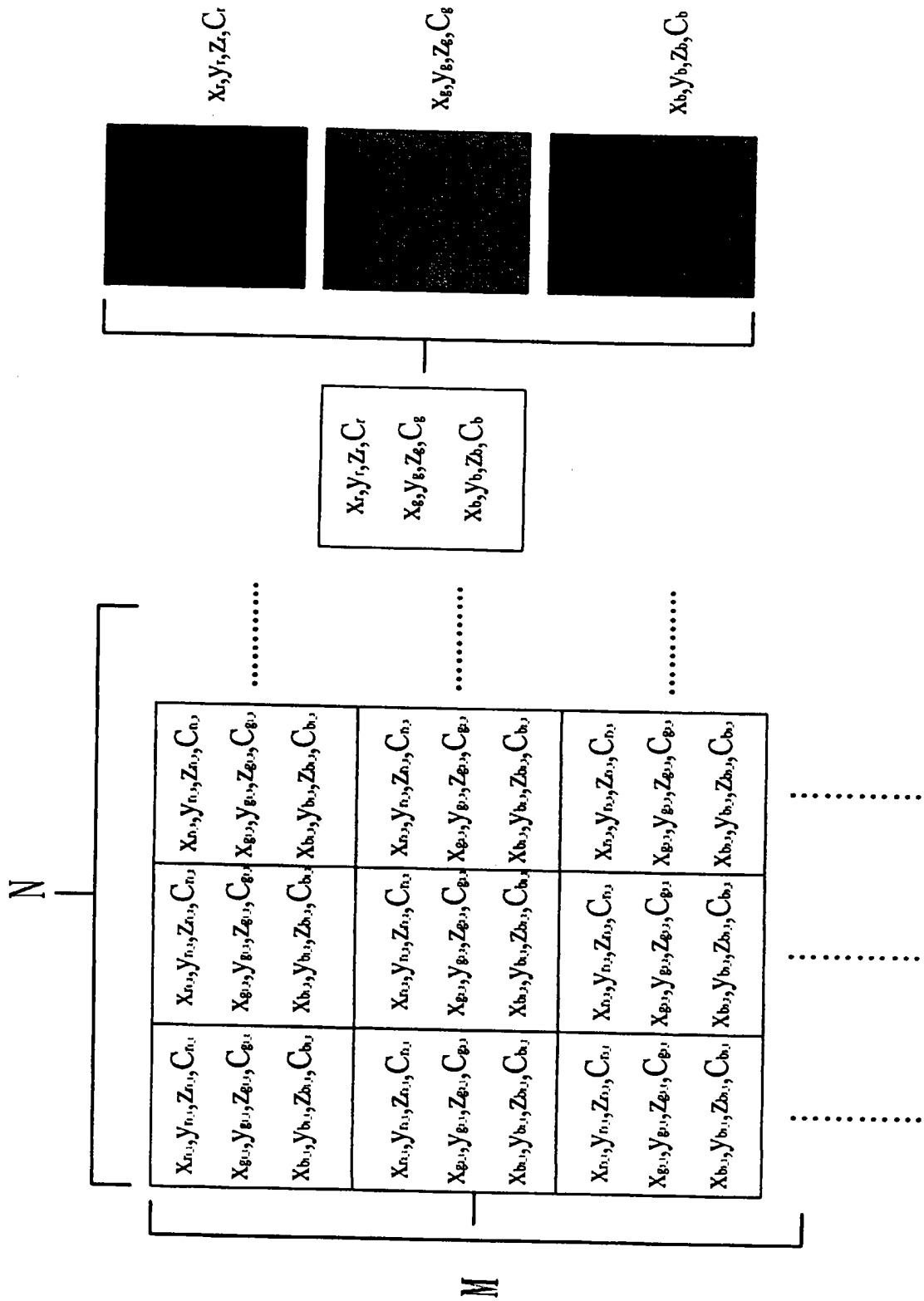


图 1

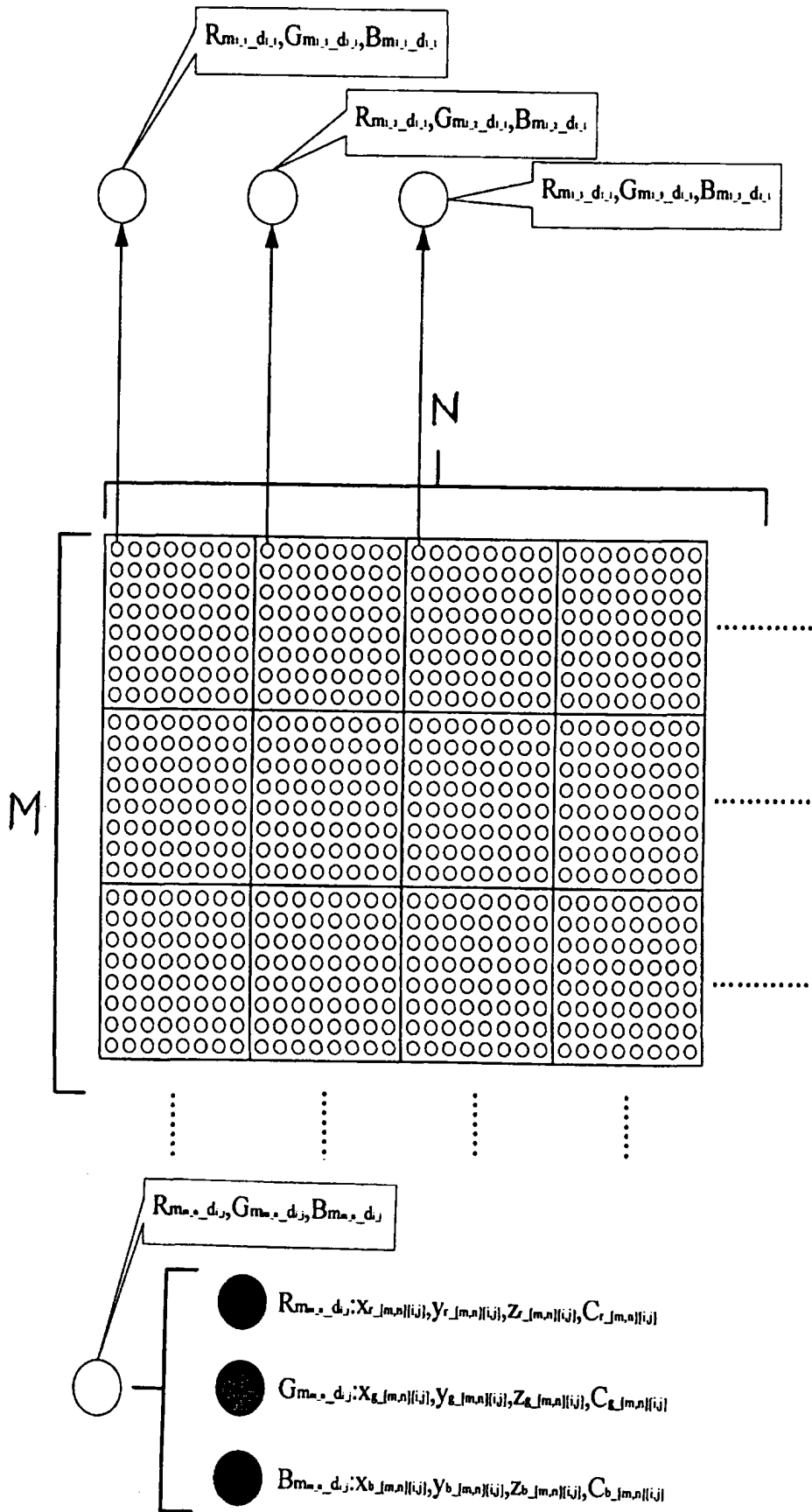


图 2

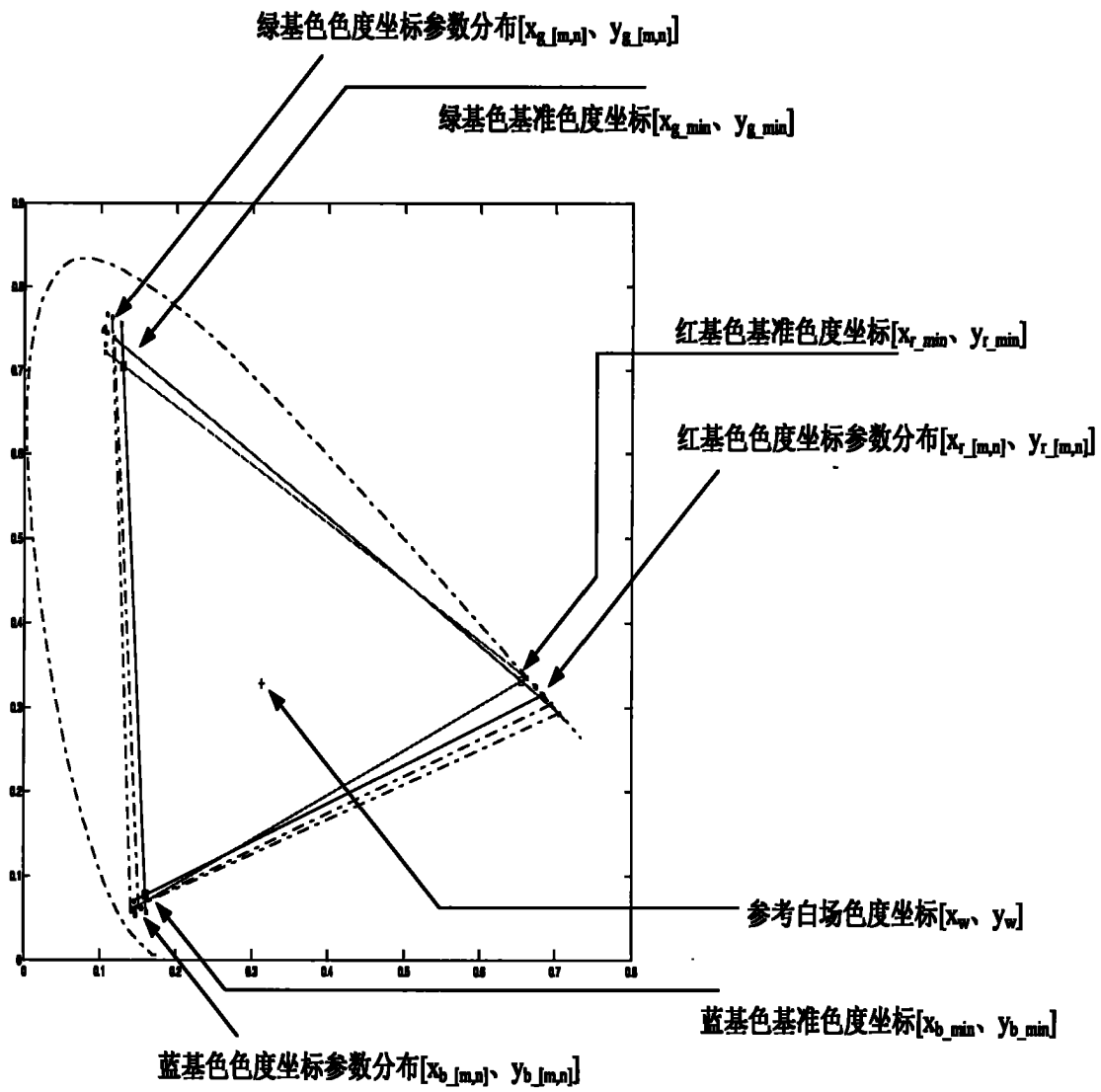


图 3

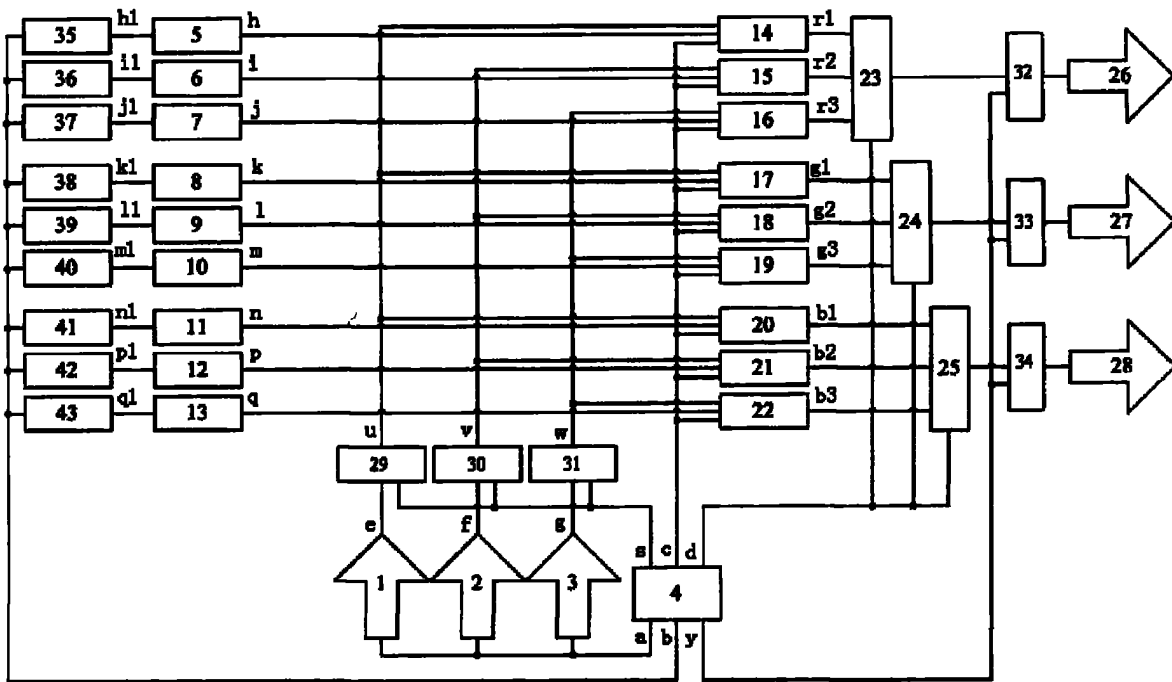


图 4

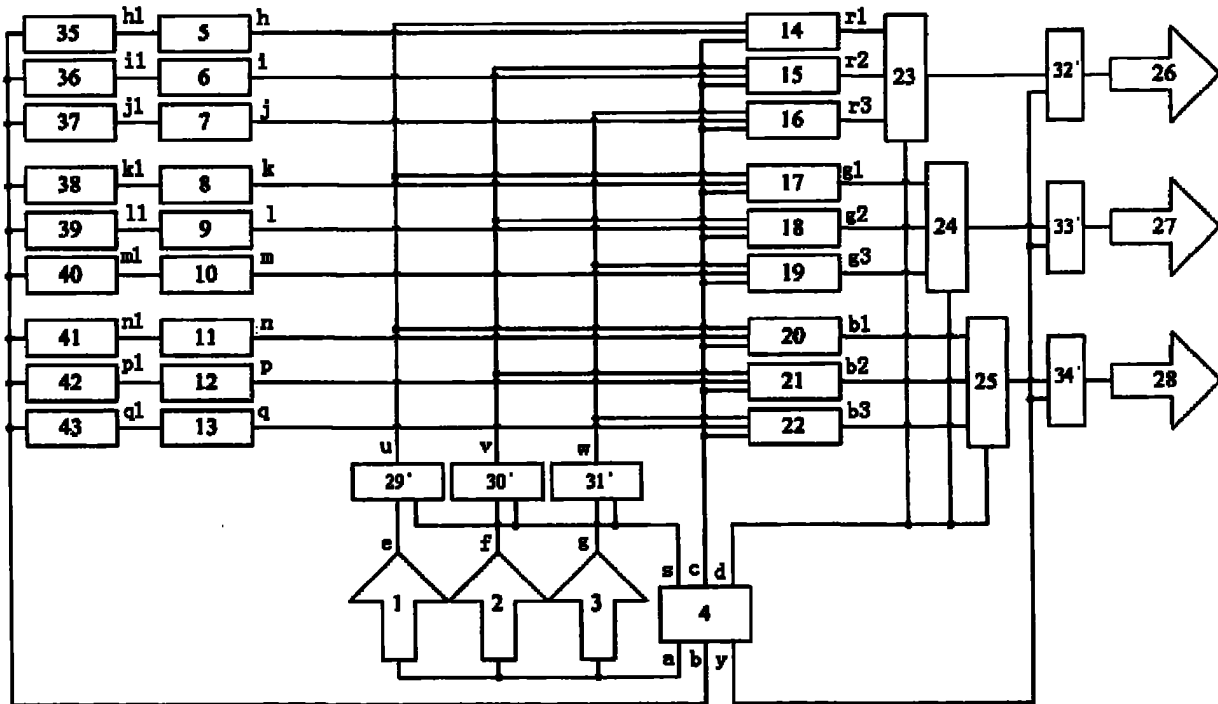


图 5