



## (12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 103106876 B

(45) 授权公告日 2014. 12. 10

(21) 申请号 201310012809. 1

(22) 申请日 2013. 01. 14

(73) 专利权人 合肥工业大学

地址 230009 安徽省合肥市包河区屯溪路  
193 号

(72) 发明人 吕国强 冯奇斌

(74) 专利代理机构 合肥金安专利事务所 34114

代理人 金惠贞

(51) Int. Cl.

G09G 3/34 (2006. 01)

G09G 3/36 (2006. 01)

审查员 贺轶

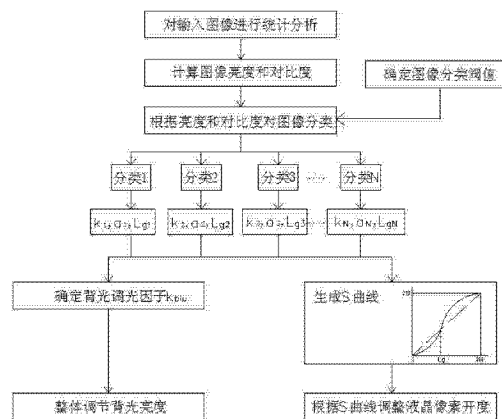
权利要求书2页 说明书15页 附图9页

### (54) 发明名称

一种基于图像分类的液晶显示背光全局调光方法

### (57) 摘要

本发明涉及一种基于图像分类的液晶显示背光全局调光方法。操作步骤如下:1. 确定图像分类的数量和阈值;2. 计算输入图像所有像素的亮度平均值和对比度;3. 根据图像分类阈值、亮度平均值和对比度对输入图像进行分类;4. 根据图像类别确定背光亮度计算公式中的参数  $k$ , 计算背光调光因子;5. 根据图像类别确定 S 曲线方程中的参数  $a$ ;6. 计算 S 曲线拐点亮度, 获得修正后的拐点亮度;7. 生成 S 型曲线;8. 根据背光调光因子生成 LED 脉宽调制信号, 整体改变 LED 光源板的发光亮度;9. 根据 S 曲线调整每个像素亮度, 使液晶屏显示根据 S 曲线调整后的图像。本发明根据输入图像类别选取计算参数, 能够有效保证调光算法对于所有的图像均能达到对比度高、能耗低的最佳效果。



1. 一种基于图像分类的液晶显示背光全局调光方法,其特征在于:

(1) 确定图像分类的数量和阈值;

(1.1) 根据设计要求及硬件资源确定图像类别数量;

(1.2) 组织两名以上视力正常的自然人观看四十幅以上的图像,根据主观感受填写分类调查表,勾出所放图像属于的亮度类别和对比度类别,并根据调查结果将图像分入不同类别;

(1.3) 计算观看图像的亮度 and 对比度,具体操作步骤如下:

(1.3.1) 记录输入图像每个像素的红、绿、蓝子像素亮度值,分别记为  $R_{i,j}$ 、 $G_{i,j}$ 、 $B_{i,j}$ ,  $i = 1 \sim M$ ,  $j = 1 \sim N$ ,  $M \times N$  是图像的分辨率;根据图像格式,  $M$  可以为 1024 或 1920,  $N$  可以为 768 或 1080;

(1.3.2) 计算每个像素的灰度值,记为  $L_{i,j}$ ,  $L_{i,j} = 0.3R_{i,j} + 0.6G_{i,j} + 0.1B_{i,j}$ ;

(1.3.3) 计算确定分类阈值的图像所有像素的亮度平均值,记为  $L_{avg-fz}$ ,

$$L_{avg-fz} = \frac{\sum_{i=1}^M \sum_{j=1}^N L_{i,j}}{M \times N};$$

(1.3.4) 图像分成  $P \times Q$  块,其中  $P$  和  $Q$  不小于 2,计算每块中包含的像素的亮度平均值,记为  $L_{block-avg}$ ;

(1.3.5) 取所有块的亮度平均值  $L_{block-avg}$  中的最大值和最小值,分别记为  $L_{max}$  和  $L_{min}$ ,  $L_{max} = \max(L_{block-avg})$ ,  $L_{min} = \min(L_{block-avg})$ ;

(1.3.6) 对所有块的亮度平均值  $L_{block-avg}$  中的最大值  $L_{max}$  做如下处理,得到修正后的最大值  $L'_{max}$ :如果  $0 \leq L_{max} < 8$ ,则  $L'_{max} = 0.4625 \times L_{max} + 0.3$ ;如果  $8 \leq L_{max} \leq 255$ ,则  $L'_{max} = 1.1984 \times L_{max} - 5.592$ ;

(1.3.7) 对所有块的亮度平均值  $L_{block-avg}$  中的最小值  $L_{min}$  做如下处理,得到修正后的最小值  $L'_{min}$ :如果  $0 \leq L_{min} < 8$ ,则  $L'_{min} = 0.4625 \times L_{min} + 0.3$ ;如果  $8 \leq L_{min} \leq 255$ ,则  $L'_{min} = 1.1984 \times L_{min} - 5.592$ ;

(1.3.8) 计算确定分类阈值的图像所有像素的对比度  $CR_{fz}$ ,  $CR_{fz} = \frac{L'_{max}}{L'_{min}}$ ;

(1.4) 结合步骤 (1.2) 的调查结果和步骤 (1.3) 的计算结果,确定不同类别图像的亮度和对比度分类阈值;

(2) 计算输入图像的所有像素的亮度平均值  $L_{avg}$  和对比度  $CR$ ,具体操作步骤同步骤 (1.3);

(3) 根据图像分类阈值、亮度平均值  $L_{avg}$  和对比度  $CR$  对输入图像进行分类;

(4) 根据图像类别确定背光亮度计算公式中的参数  $k$ ,计算背光调光因子  $k_{blu}$ ;

(4.1) 根据图像类别确定参数  $k$ :  $k$  在  $0.2 \sim 0.6$  之间;

(4.2) 计算  $L_{mean}$  和  $L_{max-all}$ :取每个像素所包含红、绿、蓝三个子像素中的最大值为该像素的亮度值,记为  $L_{pixel}(i, j)$ ,取所有  $L_{pixel}(i, j)$  的最大值,记为  $L_{max-all}$ ,  $L_{max-all} = \max(L_{pixel}(i, j))$ ,取所有  $L_{pixel}(i, j)$  的平均值,记为  $L_{mean}$ ,  $L_{mean} = \frac{\sum L_{pixel}}{i * j}$ ,  $i = 1 \sim M$ ,  $j = 1 \sim N$ ;

1 ~ N, M×N 是图像的分辨率 ; 根据图像格式, M 可以为 1024 或 1920, N 可以为 768 或 1080 ;

$$(4.3) \text{ 计算背光调光因子 } k_{\text{blu}}, \begin{cases} k_{\text{BLU}} = (L_{\text{mean}} + 0.5 * (L_{\text{diff}} + \frac{L_{\text{diff}}^2}{255})) / 255 ; \\ L_{\text{diff}} = L_{\text{max\_all}} - L_{\text{mean}} \end{cases} ;$$

(5) 根据图像类别确定 S 曲线方程中的参数 a : a 在 0.011 ~ 0.029 之间 ;

(6) 计算 S 曲线拐点亮度  $L_g$ , 获得修正后的拐点亮度  $L_g'$  ;

(6.1) 计算  $L_{25}$  和  $L_{50}$ :  $L_{25}$  是包括所有像素 25% 的像素亮度值,  $L_{50}$  是包括所有像素 50% 的像素亮度值 ;

$$(6.2) \text{ 计算拐点亮度 } L_g: L_g = \frac{L_{25} + L_{50}}{3} ;$$

$$(6.3) \text{ 计算修正后拐点亮度 } L_g': L_g' = 80 + \frac{50}{170} \times L_g ;$$

(7) 生成 S 型曲线 ;

$$\text{将 } a \text{ 和 } L_g' \text{ 代入 } L_{\text{out}} = \frac{255}{1 + Ae^{-ax}} = \frac{255}{1 + e^{a(L_g' - x)}} , \text{ 得到 S 曲线 ;}$$

(8) 根据背光调光因子  $k_{\text{blu}}$  生成 LED 背光脉宽调制信号, 送入 LED 驱动板, 整体改变 LED 光源板的发光亮度 ;

(9) 根据 S 曲线调整每个像素红、绿、蓝子像素的亮度, 将调整后的信号通过液晶屏接口板送入液晶控制板, 使液晶屏显示根据 S 曲线调整后的图像。

2. 根据权利要求 1 所述的一种基于图像分类的液晶显示背光全局调光方法, 其特征在于: 步骤 (1.2) 中的四十幅以上的图像为不同内容的图像, 所述不同内容的图像是指包含白天或夜晚的人物、动物、自然风光、街景、动画的不同亮度和对比度的图像。

3. 根据权利要求 1 所述的一种基于图像分类的液晶显示背光全局调光方法, 其特征在于: 上述步骤 (1.1) ~ 步骤 (1.4) 可预先完成, 获得分类阈值后直接写入电路开发程序, 不占用实时处理时间。

## 一种基于图像分类的液晶显示背光全局调光方法

### 技术领域

[0001] 本发明属于液晶显示技术领域,具体涉及背光动态调光技术。

### 背景技术

[0002] 液晶显示存在两个固有缺点:(1)对比度低;(2)功耗高。目前很多研究者采用背光动态调光技术改善液晶显示对比度,同时降低能耗。根据背光亮度调整方法可将动态调光技术分为全局调光和局部调光。全局调光是整体改变背光亮度,局部调光则是将背光分为若干个可以单独控制的区域,根据该区域对应图像的特征值确定这个区域的背光亮度。相对于区域调光,全局调光不需要对背光进行分区设计、控制,所需控制芯片少,硬件成本低。由于不需要分区,不存在区域调光方法中恼人的光线串扰问题。采用全局调光技术的侧出式背光具有体积轻薄、对比度高、能耗低的要求。

[0003] 在现有的调光算法中,包括福州大学提出的发明专利“LED背光源整体调光的方法及其装置”(申请号:200910309165.6)、广州创维平面显示科技有限公司提出的发明专利“侧光式LED背光动态分区控制方法”(申请号:201010510536.X)、青岛海信电器股份有限公司获得授权的发明专利“液晶显示对比度的调整方法和装置”(申请号:200710111510.6)、本发明申请人之前申请的发明专利“一种用于提高液晶显示对比度的背光整体调光方法”(授权号:ZL201110246263.7)等,都是对于所有的图像均采用固定的计算参数,没有根据不同的图像选取参数的最佳值,导致采用动态调光技术的显示系统不能对于所有的图像都具有较好的效果,即对于某些图像,可能节能效果较好,却存在较大的细节损失,为了保存细节,就需要提高背光亮度,降低了节能效果,严重限制了动态调光技术的应用。对输入的显示图像进行分类,根据不同类别确定计算参数,有助于保证动态调光方法对于所有的图像都具有较好的节能效果和显示效果。

### 发明内容

[0004] 本发明的目的在于提供一种基于图像分类的液晶显示整体调光方法,具体包括以下步骤:

[0005] (1) 确定图像分类的数量和阈值;

[0006] (1.1) 根据设计要求及硬件资源确定图像类别数量;

[0007] (1.2) 组织两名以上视力正常的自然人观看四十幅以上的图像,根据主观感受填写分类调查表,勾出所放图像属于的亮度类别和对比度类别,并根据调查结果将图像分入不同类别;

[0008] (1.3) 计算观看图像的亮度和对比度,具体操作步骤如下:

[0009] (1.3.1) 记录输入图像每个像素的红、绿、蓝子像素亮度值,分别记为  $R_{i,j}$ 、 $G_{i,j}$ 、 $B_{i,j}$ ,  $i = 1 \sim M$ ,  $j = 1 \sim N$ ,  $M \times N$  是图像的分辨率;根据图像格式,  $M$  可以为 1024 或 1920,  $N$  可以为 768 或 1080;

[0010] (1.3.2) 计算每个像素的灰度值,记为  $L_{i,j}$ ,  $L_{i,j} = 0.3R_{i,j} + 0.6G_{i,j} + 0.1B_{i,j}$ ;

[0011] (1.3.3) 计算确定分类阈值的图像的图像的所有像素的亮度平均值, 记为  $L_{\text{avg-fz}}$ ,

$$L_{\text{avg-fz}} = \frac{\sum_{i=1}^M \sum_{j=1}^N L_{i,j}}{M \times N};$$

[0012] (1.3.4) 图像分成  $P \times Q$  块, 其中  $P$  和  $Q$  不小于 2, 计算每块中包含的像素的亮度平均值, 记为  $L_{\text{block-avg}}$ ;

[0013] (1.3.5) 取所有块的亮度平均值  $L_{\text{block-avg}}$  中的最大值和最小值, 分别记为  $L_{\text{max}}$  和  $L_{\text{min}}$ ,  $L_{\text{max}} = \max(L_{\text{block-avg}})$ ,  $L_{\text{min}} = \min(L_{\text{block-avg}})$ ;

[0014] (1.3.6) 对所有块的亮度平均值  $L_{\text{block-avg}}$  中的最大值  $L_{\text{max}}$  做如下处理, 得到修正后的最大值  $L_{\text{max}}'$ : 如果  $0 \leq L_{\text{max}} < 8$ , 则  $L_{\text{max}}' = 0.4625 \times L_{\text{max}} + 0.3$ ; 如果  $8 \leq L_{\text{max}} \leq 255$ , 则  $L_{\text{max}}' = 1.1984 \times L_{\text{max}} - 5.592$ ;

[0015] (1.3.7) 对所有块的亮度平均值  $L_{\text{block-avg}}$  中的最小值  $L_{\text{min}}$  做如下处理, 得到修正后的最小值  $L_{\text{min}}'$ : 如果  $0 \leq L_{\text{min}} < 8$ , 则  $L_{\text{min}}' = 0.4625 \times L_{\text{min}} + 0.3$ ; 如果  $8 \leq L_{\text{min}} \leq 255$ , 则  $L_{\text{min}}' = 1.1984 \times L_{\text{min}} - 5.592$ ;

[0016] (1.3.8) 计算确定分类阈值的图像所有像素的对比度  $CR_{\text{fz}}$ ,  $CR_{\text{fz}} = \frac{L_{\text{max}}'}{L_{\text{min}}'}$ ;

[0017] (1.4) 结合步骤 (1.2) 的调查结果和步骤 (1.3) 的计算结果, 确定不同类别图像的亮度 and 对比度分类阈值;

[0018] 上述步骤 (1.1) ~ 步骤 (1.4) 可预先完成, 获得分类阈值后直接写入电路开发程序, 不占用实时处理时间;

[0019] (2) 计算输入图像的所有像素的亮度平均值  $L_{\text{avg}}$  和对比度  $CR$ , 具体操作步骤同步骤 (1.3);

[0020] (3) 根据图像分类阈值、亮度平均值  $L_{\text{avg}}$  和对比度  $CR$  对输入图像进行分类;

[0021] (4) 根据图像类别确定背光亮度计算公式中的参数  $k$ , 计算背光调光因子  $k_{\text{blu}}$ ;

[0022] (4.1) 根据图像类别确定参数  $k$ :  $k$  在  $0.2 \sim 0.6$  之间;

[0023] (4.2) 计算  $L_{\text{mean}}$  和  $L_{\text{max-all}}$ : 取每个像素所包含红绿蓝三个子像素中的最大值为该像素的亮度值, 记为  $L_{\text{pixel}}(i, j)$ , 取所有  $L_{\text{pixel}}(i, j)$  的最大值, 记为  $L_{\text{max-all}}$ ,  $L_{\text{max-all}} = \max(L_{\text{pixel}}(i, j))$ , 取所有  $L_{\text{pixel}}(i, j)$  的平均值, 记为  $L_{\text{mean}}$ ,  $L_{\text{mean}} = \frac{\sum L_{\text{pixel}}}{i * j}$ ,  $i = 1 \sim M$ ,  $j =$

$1 \sim N$ ,  $M \times N$  是图像的分辨率; 根据图像格式,  $M$  可以为 1024 或 1920,  $N$  可以为 768 或 1080;

[0024] (4.3) 计算背光调光因子  $k_{\text{blu}}$ ,  $\begin{cases} k_{\text{BLU}} = (L_{\text{mean}} + 0.5 * (L_{\text{diff}} + \frac{L_{\text{diff}}^2}{255})) / 255 \\ L_{\text{diff}} = L_{\text{max-all}} - L_{\text{mean}} \end{cases}$ ;

[0025] (5) 根据图像类别确定  $S$  曲线方程中的参数  $a$ ,  $a$  在  $0.011 \sim 0.029$  之间;

[0026] (6) 计算  $S$  曲线拐点亮度  $L_g$ , 获得修正后的拐点亮度  $L_g'$ ;

[0027] (6.1) 计算  $L_{25}$  和  $L_{50}$ :  $L_{25}$  是包括所有像素 25% 的像素亮度值,  $L_{50}$  是包括所有像素 50% 的像素亮度值;

[0028] (6.2) 计算拐点亮度  $L_g$ :  $L_g = \frac{L_{25} + L_{50}}{3}$ ;

[0029] (6.3) 计算修正后拐点亮度  $L_g'$  :  $L_g' = 80 + \frac{50}{170} \times L_g$  ;

[0030] (7) 生成 S 型曲线 ;

[0031] 将 a 和  $L_g'$  代入  $L_{out} = \frac{255}{1 + Ae^{-ax}} = \frac{255}{1 + e^{a(L_g' - x)}}$  , 得到 S 曲线 ;

[0032] (8) 根据背光调光因子  $k_{blu}$  生成 LED 背光脉宽调制信号, 送入 LED 驱动板, 整体改变 LED 光源板的发光亮度 ;

[0033] (9) 根据 S 曲线调整每个像素红、绿、蓝子像素亮度, 将调整后的信号通过液晶屏接口板送入液晶控制板, 使液晶屏显示根据 S 曲线调整后的图像。

[0034] 本发明有益效果在于 : 提供了一种基于图像分类的全局动态调光方法。根据显示图像的类型, 选取最适合该类图像的调光计算参数, 保证算法对于所有类型的图像都能获得较好的显示效果和节能效果。采用本发明的动态调光技术, 对于一幅图像的处理 (包括统计、分类、计算背光亮度、图像像素补偿、调光背光亮度、调节像素开度等所有步骤) 时间不大于 3 毫秒, 满足视频播放 60Hz (16.7 毫秒) 的实时播放要求。

[0035] 本发明的创新思想在于将图像进行分类处理, 根据不同的图像类型选取调光算法中的最佳参数值。

#### 附图说明

[0036] 图 1 是本发明基于图像分类的全局动态调光流程图。

[0037] 图 2 是本发明基于图像分类的全局动态调光电路系统结构图。

[0038] 图 3 是没有采用本发明的全局动态调光流程图。

[0039] 图 4 是采用本发明和不采用本发明的全局调光效果图。其中图 3a 是显示原图, 图 3b 是没有采用本发明的调光效果图, 图 3c 是采用本发明的调光效果图。

[0040] 图 5 是将图像分为 6 类的本发明处理标清图像的实施例 1, 图 5(a) 是确定分类阈值时播放的 100 幅不同内容的图像中的一幅, 图 5(b) 是待调光处理的标清图像, 图 5(c) 是 S 曲线, 图 5(d) 是调光流程图。

[0041] 图 6 是将图像分为 6 类的本发明处理高清图像的实施例 2, 图 6(a) 是待调光处理的高清图像, 图 6(b) 是 S 曲线, 图 6(c) 调光流程图。

[0042] 图 7 是将图像分为 9 类的本发明处理标清图像的实施例 3, 图 7(a) 是确定分类阈值时播放的 100 幅不同内容的图像中的一幅, 图 7(b) 是待调光处理的标清图像, 图 7(c) 是 S 曲线, 图 7(d) 是调光流程图。

#### 具体实施方式

[0043] 图 1 是采用本发明的基于图像分类的全局动态调光流程图。图 2 是采用本发明的一个电路系统结构图。基于图像分类的全局动态调光电路板 1 包括解码模块 101、存储模块 102、整幅特征值计算模块 103、分区特征值计算模块 104、对比度计算模块 105、图像分类模块 106、S 曲线计算模块 107、背光亮度计算模块 108、液晶像素补偿模块 109、LED 脉宽调制模块 110、电源模块 111。电源模块 111 为其他模块提供所需的直流电压。图像分类阈值预先送入图像分类模块 106。视频源输入的 CVBS 信号经解码模块 101 转换为符合 bt656/bt601

标准的 8 位 YCBCR 信号, 将其进行解交织和 CSC (色空间域转换) 处理, 得到各像素的红、绿、蓝子像素亮度。各像素红、绿、蓝子像素亮度顺序送入存储模块 102, 存储模块 102 保存输入图像所有像素点的红绿蓝子像素亮度值。整幅特征值计算模块 103 读取所有像素的红绿蓝子像素亮度值, 计算每个像素的灰度值, 进而得到整幅图像的亮度平均值  $L_{avg}$ 。分区特征值计算模块 104 分别从存储模块 102 中获得每个分区的像素的红、绿、蓝子像素亮度, 计算得到每个分区的亮度平均值  $L_{block-avg}$ 。每个分区的亮度平均值送入对比度计算模块 105, 得到图像对比度 CR。图像对比度 CR 和整幅图像亮度平均值  $L_{avg}$  送入图像分类模块 106, 根据预先输入的分类阈值对输入图像进行分类。背光亮度计算模块 108 根据图像类别确定背光亮度计算公式中的参数  $k$ , 得到背光调光因子  $k_{blu}$ 。背光调光因子  $k_{blu}$  送入 LED 脉宽调制模块 110 得到 LED 脉宽调制信号, 送入 LED 驱动板 201, 整体改变 LED 光源板 202 的发光亮度。S 曲线计算模块 107 根据图像类别确定 S 曲线方程中的参数  $a$ , 并计算拐点亮度  $L_g$ , 得到修正后的  $L_g'$ , 从而得到 S 曲线。液晶像素补偿模块 109 根据 S 曲线对每个像素的红绿蓝子像素亮度值进行调整, 得到补偿后的红绿蓝子像素亮度值 ( $R', G', B'$ ), 通过液晶屏接口板 203 送入液晶屏 204, 显示经过像素补偿后的图像。

[0044] 为了进一步理解本发明的有益效果, 请参阅图 3 没有采用图像分类的全局动态调光流程图。由于不进行图像分类, 对于所有的图像均采用一样的计算参数  $k$  ( $k = 0.5$ ) 和  $a$  ( $a = 0.025$ ), 造成对于整体亮度较低的图像, 节能效果有限, 而对于存在细节的图像, 造成细节丢失。图 4 给出了采用和不采用图像分类的全局调光方法的显示效果图。图 4a 是显示原图, 图 4b 是没有采用图像分类的全局调光效果图。由于没有采用图像分类, S 曲线方程中参数  $a$  取为 0.025, 可以看出, 图像中花的纹理细节消失了, 正是由于  $a$  取值过大造成的。采用本发明的基于图像分类的全局调光算法后, 判断图 4a 显示的图像属于高亮度高对比度,  $a$  取值降低为 0.018, 从图 4c 可以看出, 采用本发明的基于图像分类调光方法很好地保存了白花的纹理细节。

[0045] 请参阅图 5 的实施例 1。

[0046] 实施例 1 将图像分为 6 类, 即高亮度高对比度、中亮度高对比度、低亮度高对比度、高亮度低对比度、中亮度低对比度、低亮度低对比度。视频源输入为  $1024 \times 768$  的标清图像。具体调光步骤请参阅图 5(d) :

[0047] 1. 确定图像分类的数量和阈值 :

[0048] (1.1) 根据设计要求及硬件资源确定图像类别数量 : 实施例 1 将图像分为 6 类, 即高亮度高对比度、中亮度高对比度、低亮度高对比度、高亮度低对比度、中亮度低对比度、低亮度低对比度 ;

[0049] (1.2) 组织 6 名视力正常的自然人观看 100 幅不同内容的图像, 图像内容包括白天或夜晚的人物、动物、自然风光、街景、动画等。制作分类调查表, 亮度分为高亮度、中亮度、低亮度, 对比度分为高对比度、低对比度, 每幅图像播放 10 秒钟, 观看者在 10 秒钟之内勾出显示图像属于的亮度类别和对比度类别 ;

[0050] (1.3) 统计观看图像的亮度和对比度。该步骤可在台式计算机或笔记本上完成。图 5(a) 是步骤 (1.2) 播放的 100 幅图像之一, 以图 5(a) 为例说明具体计算步骤 :

[0051] (1.3.1) 基于图像处理软件 Matlab 的程序记录输入图像每个像素的红、绿、蓝子像素亮度值, 记为  $R_{i,j}$ 、 $G_{i,j}$ 、 $B_{i,j}$ ,  $i = 1 \sim 1024$ ,  $j = 1 \sim 768$ 。对于图 5(a) 的图像中  $i =$

256、j = 192 的像素,记录红、绿、蓝子像素亮度值,分别为 54、63、235 ;

[0052] (1.3.2) 基于图像处理软件 Matlab 的程序计算每个像素的灰度值,记为  $L_{i,j}$ ,  $L_{i,j} = 0.3 \times R_{i,j} + 0.6 \times G_{i,j} + 0.1 \times B_{i,j}$ ,  $i = 1 \sim 1024$ ,  $j = 1 \sim 768$ 。对于图 5(a) 的图像中  $i = 256$ 、 $j = 192$  的像素,  $L_{256,192} = 0.3 \times 54 + 0.6 \times 63 + 0.1 \times 235 = 77.5$  ;

[0053] (1.3.3) 基于图像处理软件 Matlab 的程序计算整幅图像所有像素的亮度平均值,

记为  $L_{avg-fz}$ ,对于图 5(a) 的图像, 
$$L_{avg-fz} = \frac{\sum_{i=1}^{1024} \sum_{j=1}^{768} L_{i,j}}{1024 \times 768} = 112.93 ;$$

[0054] (1.3.4) 基于图像处理软件 Matlab 的程序将图像分为  $64 \times 48$  个区域。基于图像处理软件 Matlab 的程序读取属于一个区域的像素红、绿、蓝子像素亮度值,计算每个像素的灰度值,进而得到每块中包含的像素的亮度平均值,记为  $L_{block-avg}$ ,对于图 5(a) 的图像的

第 1 行、第 1 列的块 (1,1), 
$$L_{block-avg}(1,1) = \frac{\sum_{i=1}^{16} \sum_{j=1}^{16} L_{i,j}}{16 \times 16} = 69.887 ,$$
 对于第 4 行、第 16 列的块 (4,16),

$$L_{block-avg}(4,16) = \frac{\sum_{i=65}^{80} \sum_{j=257}^{272} L_{i,j}}{16 \times 16} = 184.02 ;$$

[0055] (1.3.5) 基于图像处理软件 Matlab 的程序获得所有块的亮度平均值中的最大值和最小值,分别记为  $L_{max}$  和  $L_{min}$ ,对于图 5(a) 的图像,  $L_{max} = 255$ ,  $L_{min} = 0.425$  ;

[0056] (1.3.6) 基于图像处理软件 Matlab 的程序对所有块中亮度最大值  $L_{max}$  做如下处理,得到修正后的亮度最大值  $L_{max}'$  :如果  $0 \leq L_{max} < 8$ ,则  $L_{max}' = 0.4625 \times L_{max} + 0.3$  ;如果  $8 \leq L_{max} \leq 255$ ,则  $L_{max}' = 1.1984 \times L_{max} - 5.592$  ;对于图 5(a) 的图像,所有块中亮度最大值为 255,处理后的亮度最大值  $L_{max}' = 300$  ;

[0057] (1.3.7) 基于图像处理软件 Matlab 的程序对所有块中亮度最小值  $L_{min}$  做如下处理,得到修正后的亮度最小值  $L_{min}'$  :如果  $0 \leq L_{min} < 8$ ,则  $L_{min}' = 0.4625 \times L_{min} + 0.3$  ;如果  $8 \leq L_{min} \leq 255$ ,则  $L_{min}' = 1.1984 \times L_{min} - 5.592$  ;对于图 5(a) 的图像所有块中亮度最大值为 0.425,处理后的亮度最小值  $L_{min}' = 0.4966$  ;

[0058] (1.3.8) 基于图像处理软件 Matlab 的程序计算对比度  $CR_{fz}$ ,对于图 5(a) 的图像,

$$CR_{fz} = \frac{L_{max}'}{L_{min}'} = \frac{300}{0.4966} = 604.11 ;$$

[0059] (1.4) 对 100 幅图像重复步骤 (1.3),获得每幅图像的亮度 and 对比度,确定不同类别图像的亮度 and 对比度阈值 :统计步骤 (1.2) 中属于同一类别的图像的亮度 and 对比度,以每种类别中图像亮度和对比度的最大值与最小值作为该类图像的上下阈值。如对于 100 幅图像,通过步骤 (1.2) 的调查统计得到 14 幅图像属于中亮度、低对比度,经步骤 (1.3) 计算这 14 幅图像的平均亮度值分布在 60 ~ 130 之间、对比度分布在 0 ~ 400 之间,由此确定中亮度低对比度的图像分类阈值为图像平均亮度值处于 60 和 130 之间、对比度小于 400。由此获得 6 类图像的分类阈值,如下式所示 :

[0060]

$$\text{图像类别} = \begin{cases} L_{\text{avg}} \geq 130, CR \geq 400, \text{高亮度高对比度} \\ 130 > L_{\text{avg}} \geq 60, CR \geq 400, \text{中亮度高对比度} \\ 60 > L_{\text{avg}} \geq 0, CR \geq 400, \text{低亮度高对比度} \\ L_{\text{avg}} \geq 130, CR < 400, \text{高亮度低对比度} \\ 130 > L_{\text{avg}} \geq 60, CR < 400, \text{中亮度低对比度} \\ 60 > L_{\text{avg}} \geq 0, CR < 400, \text{低亮度低对比度} \end{cases}$$

[0061] 2. 计算输入的整幅图像所有像素的亮度平均值  $L_{\text{avg}}$  和对比度  $CR$  :

[0062] (2.1) 视频信号送入解码模块 101 解码后, 存储模块 102 记录输入图像每个像素的红、绿、蓝子像素亮度值, 记为  $R_{i,j}$ 、 $G_{i,j}$ 、 $B_{i,j}$ ,  $i = 1 \sim 1024$ ,  $j = 1 \sim 768$ 。对于图 5(b) 的图像中  $i = 791$ 、 $j = 637$  的像素, 记录  $R$ 、 $G$ 、 $B$  的亮度值, 分别为 189、175、167 ;

[0063] (2.2) 整幅特征值计算模块 103 读取存储模块 102 的全部数据, 计算每个像素的灰度值, 记为  $L_{i,j}$ ,  $L_{i,j} = 0.3 \times R_{i,j} + 0.6 \times G_{i,j} + 0.1 \times B_{i,j}$ , 对于图 5(b) 的图像中  $i = 791$ 、 $j = 637$  的像素,  $L_{791,637} = 0.3 \times 189 + 0.6 \times 175 + 0.1 \times 167 = 178.4$  ;

[0064] (2.3) 整幅特征值计算模块 103 计算整幅图像所有像素的亮度平均值, 记为  $L_{\text{avg}}$ ,

$$\text{对于图 5(b) 的图像, } L_{\text{avg}} = \frac{\sum_{i=1}^{1024} \sum_{j=1}^{768} L_{i,j}}{1024 \times 768} = 143.42 ;$$

[0065] (2.4) 图像分为  $64 \times 48$  个区域。分区特征值计算模块 104 读取存储模块 102 中属于一个区域的像素红、绿、蓝子像素亮度值, 计算每个像素的灰度值, 进而得到每块中包含的像素的亮度平均值, 记为  $L_{\text{block-avg}}$ 。如图 5(b) 的图像中第 1 行、第 1 列的块 (1,1)

的亮度平均值  $L_{\text{block-avg}}(1,1) = \frac{\sum_{i=1}^{16} \sum_{j=1}^{16} L_{i,j}}{16 \times 16} = 89.211$ , 第 28 行、第 16 列的块 (28,16) 的亮度平均值

$$L_{\text{block-avg}}(28,16) = \frac{\sum_{i=449}^{464} \sum_{j=257}^{272} L_{i,j}}{16 \times 16} = 201.84 ;$$

[0066] (2.5) 分区特征值计算模块 104 将所有块的亮度平均值送入对比度计算模块 105, 对比度计算模块 105 取所有块的亮度平均值中的最大值和最小值, 分别记为  $L_{\text{max}}$  和  $L_{\text{min}}$ , 对于图 5(b) 的图像,  $L_{\text{max}} = 225.61$ ,  $L_{\text{min}} = 3.019$  ;

[0067] (2.6) 对比度计算模块 105 对所有块中亮度最大值  $L_{\text{max}}$  做如下处理, 得到修正后的亮度最大值  $L_{\text{max}}'$  : 如果  $0 \leq L_{\text{max}} < 8$ , 则  $L_{\text{max}}' = 0.4625 \times L_{\text{max}} + 0.3$  ; 如果  $8 \leq L_{\text{max}} \leq 255$ , 则  $L_{\text{max}}' = 1.1984 \times L_{\text{max}} - 5.592$  ; 对于图 5(b) 的图像所有块中亮度最大值为 225.61, 处理后的亮度最大值  $L_{\text{max}}' = 264.78$  ;

[0068] (2.7) 对比度计算模块 105 对所有块中亮度最小值  $L_{\text{min}}$  做如下处理, 得到修正后的亮度最小值  $L_{\text{min}}'$  : 如果  $0 \leq L_{\text{min}} < 8$ , 则  $L_{\text{min}}' = 0.4625 \times L_{\text{min}} + 0.3$  ; 如果  $8 \leq L_{\text{min}} \leq 255$ , 则  $L_{\text{min}}' = 1.1984 \times L_{\text{min}} - 5.592$  ; 对于图 5(b) 的图像所有块中亮度最大值为 3.019, 处理后的亮度最小值  $L_{\text{min}}' = 1.70$  ;

[0069] (2.8) 对比度计算模块 105 计算对比度  $CR$ , 对于图 5(b) 的图像,

$$CR = \frac{L_{\max}}{L_{\min}} = \frac{264.78}{1.7} = 155.75;$$

[0070] 3. 图像分类模块 106 根据图像分类阈值、亮度平均值  $L_{\text{avg}}$  和对比度 CR 对输入图像进行分类: 视频源输入的图 5(b) 的图像的平均亮度值  $L_{\text{avg}} = 143.42$ , 对比度  $CR = 155.75$ , 根据步骤 1 得到的图像分类阈值, 该图像属于高亮度低对比度的图像。

[0071] 4. 背光亮度计算模块 108 根据图像类别确定背光亮度计算公式中的参数 k, 计算背光调光因子  $k_{\text{blu}}$ :

[0072] (4.1) 背光亮度计算模块 108 根据图像类型确定参数 k, k 取值如公式 1 所示。

[0073]

$$k = \begin{cases} 0.3, & \text{低亮度图像} \\ 0.4, & \text{中亮度图像} \\ 0.5, & \text{高亮度图像} \end{cases} \quad (1)$$

[0074] 视频源输入的图 5(b) 的图像属于高亮度图像, k 取 0.5。

[0075] (4.2) 计算  $L_{\text{mean}}$  和  $L_{\text{max-all}}$ : 取每个像素所包含红绿蓝三个子像素中的最大值为该像素的亮度值, 记为  $L_{\text{pixel}}(i, j)$ , 取所有  $L_{\text{pixel}}(i, j)$  的最大值, 记为  $L_{\text{max-all}}$ , 取所有  $L_{\text{pixel}}(i, j)$  的平均值, 记为  $L_{\text{mean}}$ ,  $i = 1 \sim 1024$ ,  $j = 1 \sim 768$ 。

$$L_{\text{max-all}} = \max(L_{\text{pixel}}(i, j)) \quad (2)$$

$$L_{\text{mean}} = \frac{\sum L_{\text{pixel}}(i, j)}{i * j}$$

[0077]

(3)

[0078] 对于图 5(b) 的图像中  $i = 791$ 、 $j = 637$  的像素, 红、绿、蓝子像素亮度值分别为 189、175、167, 取最大值得到  $L_{\text{pixel}}(791, 637) = 189$ 。得到整幅图像所有像素值的最大值,  $L_{\text{max-all}} = 255$ , 得到整幅图像所有像素值的平均值  $L_{\text{mean}} = 153.64$ 。

[0079] (4.3) 计算背光调光因子  $k_{\text{blu}}$ : 将  $L_{\text{max-all}}$  和  $L_{\text{mean}}$  代入公式 4, 得到背光调光因子  $k_{\text{blu}} = 0.88$ 。液晶显示背光不做动态调光时, 背光源亮度最高, 此时  $k_{\text{blu}} = 1$ 。 $k_{\text{blu}} = 0.88$  时, 说明背光亮度降低了  $1 - 0.88 = 0.12$ , 也就是背光能耗节省了 12%。当背光能耗占整机能耗的 60% 时, 采用本发明的调光技术显示图 5(b) 的图像时, 整机预计节约  $12\% \times 60\% = 7.2\%$  的能耗。

$$\begin{cases} k_{\text{blu}} = (L_{\text{mean}} + 0.5 * (L_{\text{diff}} + \frac{L_{\text{diff}}^2}{255})) / 255 \\ L_{\text{diff}} = L_{\text{max-all}} - L_{\text{mean}} \end{cases} \quad (4)$$

[0081] 5. S 曲线计算模块 107 根据图像类别确定 S 曲线方程中的参数 a:

[0082] 参数 a 决定了像素调整的幅度, 对于高亮度高对比度的图像, 如果调整过大 (a 多大), 将导致高亮度的像素出现饱和, 引起细节失真, 而对于低亮度高低比度的图像, 如果调整过小 (a 过小), 则会导致背光亮度较低的情况下图像整幅亮度过暗, 出现人眼明显感知的失真, 故对于不同类型的图像, 选取不同的 a 值, 如公式 5 所示:

[0083]

$$a = \begin{cases} 0.018, & \text{高亮度高对比度} \\ 0.020, & \text{中亮度高对比度} \\ 0.021, & \text{高亮度低对比度} \\ 0.022, & \text{低亮度高对比度} \\ 0.023, & \text{中亮度低对比度} \\ 0.025, & \text{低亮度低对比度} \end{cases}$$

(5)

[0084] 视频源输入的图 5(b) 的图像属于高亮度低对比度图像,  $a$  取 0.021。

[0085] 6. S 曲线计算模块 107 计算 S 曲线拐点亮度  $L_g$ , 获得修正后的拐点亮度  $L_g'$  :

[0086] (6.1) 计算  $L_{25}$  和  $L_{50}$ :  $L_{25}$  是包括所有像素 25% 的像素亮度值,  $L_{50}$  是包括所有像素 50% 的像素亮度值:

[0087] 对于图 5(b) 的图像, 包括所有像素 25% 的像素亮度值  $L_{25} = 184$ , 包括所有像素 50% 的像素亮度值  $L_{50} = 213$ ;

[0088] (6.2) 计算拐点亮度  $L_g$ :  $L_g = \frac{L_{25} + L_{50}}{3}$ , 对于图 5(b) 的图像,  $L_g = 132.33$ ;

[0089] (6.3) 计算修正后拐点亮度  $L_g'$ :  $L_g' = 80 + \frac{50}{170} \times L_g$ , 对于图 5(b) 的图像, 修正后拐点亮度  $L_g' = 118.92$ ;

[0090] 7. S 曲线计算模块 107 生成 S 型曲线:

[0091] S 曲线方程如公式 6 所示。对于图 5(b) 的图像, S 曲线计算模块 107 生成的 S 型曲线如图 5(c) 所示。

$$L_{out} = \frac{255}{1 + Ae^{-ax}} = \frac{255}{1 + e^{a(L_g' - x)}} = \frac{255}{1 + e^{0.021 \cdot (118.92 - x)}}$$

[0092] (6)

[0093] 8. LED 脉宽调制模块 110 根据背光调光因子  $k_{blu}$  生成 LED 背光脉宽调制信号, 送入 LED 驱动板 201, 整体改变 LED 光源板 202 的发光亮度;

[0094] 9. 液晶像素补偿模块 109 根据 S 曲线调整每个像素红、绿、蓝子像素亮度, 将调整后的信号通过液晶屏接口板 203 送入液晶屏 204, 使液晶屏显示根据 S 曲线调整后的图像:

[0095] 对于图 5(b) 的图像中  $i = 791$ 、 $j = 637$  的像素, 视频源输入的原始红、绿、蓝子像素的亮度值为 (189, 175, 167), 经过 S 曲线调整后得到新的亮度值为 (210, 194, 185)。对于图 5(b) 的图像中  $i = 883$ 、 $j = 149$  的像素, 视频源输入的原始红、绿、蓝子像素亮度值为 (36, 4, 7), 经过 S 曲线调整后得到新的亮度值为 (16, 2, 3)。可以看出, 通过 S 曲线调整后, 有些像素的亮度增加了, 有些像素的亮度减少了, 说明本发明的动态调光技术能有效提高静态对比度, 从而提高显示效果。

[0096] 对每个像素的红、绿、蓝子像素的亮度值都进行调整后, 得到基于 S 曲线补偿后的整幅图像, 通过液晶屏接口板 203 送入液晶屏 204, 显示调光后的图像。

[0097] 请参阅图 6 的实施例 2。

[0098] 实施例 2 将图像分为 6 类, 即高亮度高对比度、中亮度高对比度、低亮度高对比度、高亮度低对比度、中亮度低对比度、低亮度低对比度。6 类图像的分类阈值已经在实施例 1

中获得,可以重复在实施例 2 中使用。视频源输入为  $1920 \times 1080$  的高清图像。实施例 2 的具体调光步骤请参阅图 6(c) :

[0099] 1. 确定图像分类的数量和阈值 :

[0100] 根据设计要求及硬件资源确定图像类别分为 6 类,即高亮度高对比度、中亮度高对比度、低亮度高对比度、高亮度低对比度、中亮度低对比度、低亮度低对比度。实施例 1 已经获得 6 类图像类别的分类阈值,可在实施例 2 中重复使用。分类阈值预先写入图像分类模块 106。

[0101]

$$\text{图像类别} = \begin{cases} \text{Lavg} \geq 130, \text{CR} \geq 400, \text{高亮度高对比度} \\ 130 > \text{Lavg} \geq 60, \text{CR} \geq 400, \text{中亮度高对比度} \\ 60 > \text{Lavg} \geq 0, \text{CR} \geq 400, \text{低亮度高对比度} \\ \text{Lavg} \geq 130, \text{CR} < 400, \text{高亮度低对比度} \\ 130 > \text{Lavg} \geq 60, \text{CR} < 400, \text{中亮度低对比度} \\ 60 > \text{Lavg} \geq 0, \text{CR} < 400, \text{低亮度低对比度} \end{cases}$$

(7)

[0102] 2. 计算输入的整幅图像所有像素的亮度平均值  $L_{\text{avg}}$  和对比度 CR :

[0103] (2.1) 视频信号送入解码模块 101 解码后,存储模块 102 记录输入图像每个像素的红、绿、蓝子像素亮度值,记为  $R_{i,j}, G_{i,j}, B_{i,j}$ ,  $i = 1 \sim 1920, j = 1 \sim 1080$ 。对于图 6(a) 的图像中  $i = 135, j = 74$  的像素,记录 R、G、B 的亮度值,分别为 8、6、20 ;

[0104] (2.2) 整幅特征值计算模块 103 读取存储模块 102 的全部数据,计算每个像素的灰度值,记为  $L_{i,j}$ ,  $L_{i,j} = 0.3 \times R_{i,j} + 0.6 \times G_{i,j} + 0.1 \times B_{i,j}$ ,对于图 6(a) 的图像中  $i = 135, j = 74$  的像素,  $L_{135,74} = 0.3 \times 8 + 0.6 \times 6 + 0.1 \times 20 = 8$  ;

[0105] (2.3) 整幅特征值计算模块 103 计算整幅图像所有像素的亮度平均值,记为  $L_{\text{avg}}$ ,

$$\text{对于图 6(a) 的图像, } L_{\text{avg}} = \frac{\sum_{i=1}^{1920} \sum_{j=1}^{1080} L_{i,j}}{1920 \times 1080} = 14.16 ;$$

[0106] (2.4) 图像分为  $48 \times 90$  个区域。分区特征值计算模块 104 读取存储模块 102 中属于一个区域的像素红、绿、蓝子像素亮度值,计算每块中包含的像素的亮度平均值,记为  $L_{\text{block-avg}}$ 。将图 6(a) 的图像分为  $48 \times 90$  块,第 1 行、第 1 列的块 (1,1) 的

亮度平均值  $L_{\text{block-avg}}(1,1) = \frac{\sum_{i=1}^{40} \sum_{j=1}^{12} L_{i,j}}{40 \times 12} = 8$ , 第 46 行、第 66 列的块 (46,66) 的亮度平均值

$$L_{\text{block-avg}}(46,66) = \frac{\sum_{i=1841}^{1880} \sum_{j=793}^{804} L_{i,j}}{40 \times 12} = 128.52 ;$$

[0107] (2.5) 分区特征值计算模块 104 将所有块的亮度平均值送入对比度计算模块 105,对比度计算模块 105 取所有块的亮度平均值中的最大值和最小值,分别记为  $L_{\text{max}}$  和  $L_{\text{min}}$ ,对于图 6(a) 的图像,  $L_{\text{max}} = 174.76, L_{\text{min}} = 2.875$  ;

[0108] (2.6) 对比度计算模块 105 对所有块中亮度最大值  $L_{\text{max}}$  做如下处理,得到修正后的

亮度最大值  $L_{\max}'$  : 如果  $0 \leq L_{\max} < 8$ , 则  $L_{\max}' = 0.4625 \times L_{\max} + 0.3$ ; 如果  $8 \leq L_{\max} \leq 255$ , 则  $L_{\max}' = 1.1984 \times L_{\max} - 5.592$ ; 对于图 6(a) 的图像所有块中亮度最大值为 174.76, 处理后的亮度最大值  $L_{\max}' = 203.84$ ;

[0109] (2.7) 对比度计算模块 105 对所有块中亮度最小值  $L_{\min}$  做如下处理, 得到修正后的亮度最小值  $L_{\min}'$  : 如果  $0 \leq L_{\min} < 8$ , 则  $L_{\min}' = 0.4625 \times L_{\min} + 0.3$ ; 如果  $8 \leq L_{\min} \leq 255$ , 则  $L_{\min}' = 1.1984 \times L_{\min} - 5.592$ ; 对于图 6(a) 的图像所有块中亮度最大值为 3.019, 处理后的亮度最小值  $L_{\min}' = 1.6297$ ;

[0110] (2.8) 对比度计算模块 105 计算对比度 CR, 对于图 5(b) 的图像,

$$CR = \frac{L_{\max}'}{L_{\min}'} = \frac{203.84}{1.6297} = 125.08。$$

[0111] 3. 图像分类模块 106 根据图像分类阈值、亮度平均值  $L_{\text{avg}}$  和对比度 CR 对输入图像进行分类: 视频源输入的图 6(a) 的图像的平均亮度值  $L_{\text{avg}} = 14.16$ , 对比度  $CR = 125.08$ , 根据预先输入的图像分类阈值, 该图像属于低亮度低对比度的图像。

[0112] 4. 背光亮度计算模块 108 根据图像类别确定背光亮度计算公式中的参数 k, 计算背光调光因子  $k_{\text{blu}}$  :

[0113] (1) 根据公式 1 所示, 对于图 6(a) 的低亮度图像, 背光亮度计算公式中的参数 k 取 0.3。

[0114] (2) 计算  $L_{\text{mean}}$  和  $L_{\text{max-all}}$  : 取每个像素所包含红、绿、蓝子像素中的最大值为该像素的亮度值, 记为  $L_{\text{pixel}}(i, j)$ , 取所有  $L_{\text{pixel}}(i, j)$  的最大值, 记为  $L_{\text{max-all}}$ , 取所有  $L_{\text{pixel}}(i, j)$  的平均值, 记为  $L_{\text{mean}}$ ,  $i = 1 \sim 1920$ ,  $j = 1 \sim 1080$ 。根据公式 2 和公式 3, 对于图 6(a) 的图像中  $i = 135$ 、 $j = 74$  的像素, 记录红、绿、蓝子像素亮度值, 分别为 8、6、20, 取最大值得到  $L_{\text{pixel}}(135, 74) = 20$ ; 进而得到整幅图像所有像素值的最大值,  $L_{\text{max-all}} = 255$ , 得到整幅图像所有像素值的平均值,  $L_{\text{mean}} = 28.275$ 。

[0115] (3) 将  $L_{\text{max-all}}$  和  $L_{\text{mean}}$  代入公式 4, 得到背光调光因子  $k_{\text{blu}} = 0.615$ 。为避免背光亮度过低带来的显示失真, 实施例 2 限制背光亮度最低只能降低 35%, 也就是说  $k_{\text{blu}}$  最小值为 0.65, 如公式 8 所示。

$$[0116] \quad k_{\text{BLU}} = \begin{cases} \frac{L_{\text{mean}} + 0.5 \times (L_{\text{diff}} + \frac{L_{\text{diff}}^2}{255})}{255}, & 1 \geq k_{\text{BLU}} \geq 0.65 \\ L_{\text{diff}} = L_{\text{max-all}} - L_{\text{mean}} \\ 0.65, & k_{\text{BLU}} < 0.65 \end{cases} \quad (8)$$

[0117] 实施例 2 的背光调光因子  $k_{\text{blu}} = 0.615$ 。根据公式 8,  $k_{\text{blu}}$  取 0.65, 也就是背光能耗节省了 35%。当背光能耗占整机能耗的 60% 时, 采用本发明的调光技术显示图 6(a) 的图像时, 整机能耗节约  $35\% \times 60\% = 21\%$  的能耗。

[0118] 5. S 曲线计算模块 107 根据图像类别确定 S 曲线方程中的参数 a :

[0119] 根据公式 5, 视频源输入的图 6(a) 的图像属于低亮度低对比度图像, a 取 0.025。

[0120] 6. S 曲线计算模块 107 计算 S 曲线拐点亮度  $L_g$ , 获得修正后的拐点亮度  $L_g'$  :

[0121] (6.1) 计算  $L_{25}$  和  $L_{50}$  :  $L_{25}$  是包括所有像素 25% 的像素亮度值,  $L_{50}$  是包括所有像素 50% 的像素亮度值 :

[0122] 对于图 6(a) 的图像, 包括所有像素 25% 的像素亮度值  $L_{25} = 18$ , 包括所有像素 50% 的像素亮度值  $L_{50} = 20$ ;

[0123] (6.2) 计算拐点亮度  $L_g$ :  $L_g = \frac{L_{25} + L_{50}}{3}$ , 对于图 6(a) 的图像,  $L_g = 12.667$ ;

[0124] (6.3) 计算修正后拐点亮度  $L_g'$ :  $L_g' = 80 + \frac{50}{170} \times L_g$ , 对于图 6(a) 的图像, 修正后拐点亮度  $L_g' = 83.726$ ;

[0125] 7. S 曲线计算模块 107 生成 S 型曲线:

[0126] S 曲线计算模块 107 根据公式 6 生成 S 曲线, 如图 6(b) 所示。

$$[0127] \quad L_{out} = \frac{255}{1 + Ae^{-ax}} = \frac{255}{1 + e^{a(L_g' - x)}} = \frac{255}{1 + e^{0.025(83.726 - x)}} \quad (9)$$

[0128] 8. LED 脉宽调制模块 110 根据背光调光因子  $k_{blu}$  生成 LED 背光脉宽调制信号, 送入 LED 驱动板 201, 整体改变 LED 光源板 202 的发光亮度;

[0129] 9. 液晶像素补偿模块 109 根据 S 曲线调整每个像素红、绿、蓝子像素亮度, 将调整后的信号通过液晶屏接口板 203 送入液晶屏 204, 使液晶屏显示根据 S 曲线调整后的图像:

[0130] 如对于图 6(a) 的图像中  $i = 135$ 、 $j = 74$  的像素, 视频源输入的原始红、绿、蓝子像素亮度值为 (8, 6, 20), 经过 S 曲线调整后得到新的亮度值为 (5, 4, 12)。对于图 6(a) 的图像中  $i = 1461$ 、 $j = 585$  的像素, 记录红、绿、蓝子像素亮度值, 分别为 (69, 31, 176), 经过 S 曲线调整后得到新的亮度值为 (91, 41, 234)。可以看出, 通过 S 曲线调整后, 有些像素的亮度增加了, 有些像素的亮度减少了, 说明本发明的动态调光技术能有效提高静态对比度, 进而提高显示效果。

[0131] 对每个像素的红、绿、蓝子像素亮度值都进行调整后, 得到基于 S 曲线补偿后的整幅图像, 通过液晶屏接口板 203 送入液晶屏 204, 显示调光后的图像。

[0132] 对比实施例 1 和实施例 2 可以看出, 实施例 2 的整体亮度小于实施例 1, 采用本发明的调光方法后, 实施例 2 背光节能 35%, 明显高于实施例 1 的 12%, 说明动态调光技术的节能效果严重依赖于显示内容。

[0133] 请参阅图 7 的实施例 3。

[0134] 实施例 3 将图像分为 9 类, 即高亮度高对比度、中亮度高对比度、低亮度高对比度、高亮度中对比度、中亮度中对比度、低亮度中对比度、高亮度低对比度、中亮度低对比度、低亮度低对比度。视频源输入为  $1024 \times 768$  的标清图像。具体调光步骤请参阅图 7(c):

[0135] 1. 确定图像分类的数量和阈值:

[0136] (1.1) 根据设计要求及硬件资源确定图像类别数量: 实施例 3 将图像分为 9 类, 即高亮度高对比度、中亮度高对比度、低亮度高对比度、高亮度中对比度、中亮度中对比度、低亮度中对比度、高亮度低对比度、中亮度低对比度、低亮度低对比度;

[0137] (1.2) 组织 10 名视力正常的自然人观看 100 幅不同内容的图像, 图像内容包括白天或夜晚的人物、动物、自然风光、街景、动画等。制作分类调查表, 亮度分为高亮度、中亮度、低亮度, 对比度分为高对比度、中对比度、低对比度, 每幅图像播放 10 秒钟, 观看者在 10 秒钟之内勾出显示图像属于的亮度类别和对比度类别;

[0138] (1.3) 统计观看图像的亮度和对比度。该步骤可在台式计算机或笔记本上完成。

图 7(a) 是步骤 (1.2) 播放的 100 幅图像之一,以图 7(a) 为例说明具体计算步骤:

[0139] (1.3.1) 基于图像处理软件 Matlab 的程序记录输入图像每个像素的红、绿、蓝子像素亮度值,记为  $R_{i,j}$ 、 $G_{i,j}$ 、 $B_{i,j}$ ,  $i = 1 \sim 1024$ ,  $j = 1 \sim 768$ 。对于图 7(a) 中的图像的  $i = 56$ ,  $j = 192$  的像素,记录 R、G、B 的亮度值,分别为 0、0、0;

[0140] (1.3.2) 基于图像处理软件 Matlab 的程序计算每个像素的灰度值,记为  $L_{i,j}$ ,  $L_{i,j} = 0.3 \times R_{i,j} + 0.6 \times G_{i,j} + 0.1 \times B_{i,j}$ ,如对于图 7(a) 的图像中  $i = 56$ 、 $j = 192$  的像素,  $L_{256,192} = 0.3 \times 0 + 0.6 \times 0 + 0.1 \times 0 = 0$ ;

[0141] (1.3.3) 基于图像处理软件 Matlab 的程序计算整幅图像所有像素的亮度平均值,

记为  $L_{avg}$ ,对于图 7(a) 的图像, 
$$L_{avg} = \frac{\sum_{i=1}^{1024} \sum_{j=1}^{768} L_{i,j}}{1024 \times 768} = 29.203;$$

[0142] (1.3.4) 基于图像处理软件 Matlab 的程序将图像分为  $64 \times 48$  个区域,读取属于一个区域的像素红、绿、蓝子像素亮度值,计算每块中包含的像素的亮度平均值,记为

$L_{block-avg}$ ,如对于图 7(a) 的图像的第 1 行、第 1 列的块 (1,1), 
$$L_{block-avg}(1,1) = \frac{\sum_{i=1}^{16} \sum_{j=1}^{16} L_{i,j}}{16 \times 16} = 0,$$
 对于第

9 行、第 16 列的块 (9,16), 
$$L_{block-avg}(9,16) = \frac{\sum_{i=145}^{160} \sum_{j=257}^{272} L_{i,j}}{16 \times 16} = 20.57;$$

[0143] (1.3.5) 基于图像处理软件 Matlab 的程序获得所有块的亮度平均值中的最大值和最小值,分别记为  $L_{max}$  和  $L_{min}$ ,对于图 7(a) 的图像,  $L_{max} = 254.5$ ,  $L_{min} = 0$ ;

[0144] (1.3.6) 基于图像处理软件 Matlab 的程序对所有块中亮度最大值  $L_{max}$  做如下处理,得到修正后的亮度最大值  $L'_{max}$ :如果  $0 \leq L_{max} < 8$ ,则  $L'_{max} = 0.4625 \times L_{max} + 0.3$ ;如果  $8 \leq L_{max} \leq 255$ ,则  $L'_{max} = 1.1984 \times L_{max} - 5.592$ ;对于图 7(a) 的图像,所有块中亮度最大值为 254.5,处理后的亮度最大值  $L'_{max} = 299.40$ ;

[0145] (1.3.7) 基于图像处理软件 Matlab 的程序对所有块中亮度最小值  $L_{min}$  做如下处理,得到修正后的亮度最小值  $L'_{min}$ :如果  $0 \leq L_{min} < 8$ ,则  $L'_{min} = 0.4625 \times L_{min} + 0.3$ ;如果  $8 \leq L_{min} \leq 255$ ,则  $L'_{min} = 1.1984 \times L_{min} - 5.592$ ;对于图 7(a) 的图像,所有块中亮度最小值为 0,处理后的亮度最小值  $L'_{min} = 0.3$ ;

[0146] (1.3.8) 基于图像处理软件 Matlab 的程序计算对比度 CR,对于图 7(a) 的图像,

$$CR = \frac{L'_{max}}{L'_{min}} = \frac{299.40}{0.3} = 998.$$

[0147] (1.4) 对 100 幅图像重复步骤 (1.3),获得每幅图像的亮度和对比度,确定不同类别图像的亮度和对比度阈值:统计步骤 (1.2) 中属于同一类别的图像的亮度和对比度,以每种类别中图像亮度和对比度的最大值与最小值作为该类图像的上下阈值,如对于 100 幅图像,通过步骤 (1.2) 的调查统计得到 9 幅图像属于低亮度、中对比度,经步骤 (1.2) 计算这 9 幅图像的平均亮度分布在  $0 \sim 60$  之间、对比度分布在  $400 \sim 700$  之间,由此确定低亮度中对比度的图像分类阈值为图像亮度处于 0 和 60 之间、对比度处于 400 到 700 之间。由此获得 9 类图像的分类阈值,如下所示:

[0148]

$$\text{图像类别} = \begin{cases} \text{Lavg} \geq 130, \text{CR} \geq 700, \text{高亮度高 对比度} \\ 130 > \text{Lavg} \geq 60, \text{CR} \geq 700, \text{中亮度高 对比度} \\ 60 > \text{Lavg} \geq 0, \text{CR} \geq 700, \text{低亮度高 对比度} \\ \text{Lavg} \geq 130, 700 > \text{CR} \geq 400, \text{高亮度中 对比度} \\ 130 > \text{Lavg} \geq 60, 700 > \text{CR} \geq 400, \text{中亮度中 对比度} \\ 60 > \text{Lavg} \geq 0, 700 > \text{CR} \geq 400, \text{低亮度中 对比度} \\ \text{Lavg} \geq 130, \text{CR} < 400, \text{高亮度低 对比度} \\ 130 > \text{Lavg} \geq 60, \text{CR} < 400, \text{中亮度低 对比度} \\ 60 > \text{Lavg} \geq 0, \text{CR} < 400, \text{低亮度低 对比度} \end{cases} \quad (10)$$

[0149] 2. 计算输入的整幅图像所有像素的亮度平均值  $L_{\text{avg}}$  和对比度 CR :

[0150] (2.1) 视频信号送入解码模块 101 解码后, 存储模块 102 记录输入图像每个像素的红、绿、蓝子像素亮度值, 记为  $R_{i,j}, G_{i,j}, B_{i,j}$ ,  $i = 1 \sim 1024, j = 1 \sim 768$ 。如对于图 7(b) 中的图像的  $i = 401, j = 204$  的像素, 记录红、绿、蓝子像素亮度值, 分别为 194、57、15 ;

[0151] (2.2) 整幅特征值计算模块 103 读取存储模块 102 的全部数据, 计算每个像素的灰度值, 记为  $L_{i,j}$ ,  $L_{i,j} = 0.3 \times R_{i,j} + 0.6 \times G_{i,j} + 0.1 \times B_{i,j}$ , 如对于图 7(b) 的图像中  $i = 401, j = 204$  的像素,  $L_{401,204} = 0.3 \times 194 + 0.6 \times 57 + 0.1 \times 15 = 93.9$  ;

[0152] (2.3) 整幅特征值计算模块 103 计算整幅图像所有像素的亮度平均值, 记为  $L_{\text{avg}}$ ,

$$\text{对于图 7(b) 的图像, } L_{\text{avg}} = \frac{\sum_{i=1}^{1024} \sum_{j=1}^{768} L_{i,j}}{1024 \times 768} = 100.95 ;$$

[0153] (2.4) 分区特征值计算模块 104 将图像分为  $64 \times 48$  个区域。分区特征值计算模块 104 读取存储模块 102 中属于一个区域的像素红、绿、蓝子像素亮度值, 计算每块中包含的像素的亮度平均值, 记为  $L_{\text{block-avg}}$ 。将图 7(b) 的图像分为  $48 \times 64$  块, 第 9 行、第

$$42 \text{ 列的块 } (9, 42), L_{\text{block-avg}}(9, 42) = \frac{\sum_{i=145}^{160} \sum_{j=673}^{688} L_{i,j}}{16 \times 16} = 238.49, \text{ 对于第 18 行、第 46 列的块 } (18, 46),$$

$$L_{\text{block-avg}}(18, 46) = \frac{\sum_{i=289}^{304} \sum_{j=737}^{752} L_{i,j}}{16 \times 16} = 182.31 ;$$

[0154] (2.5) 分区特征值计算模块 104 将所有块的亮度平均值送入对比度计算模块, 对比度计算模块 105 取所有块的亮度平均值中的最大值和最小值, 分别记为  $L_{\text{max}}$  和  $L_{\text{min}}$ , 对于图 7(b) 的图像,  $L_{\text{max}} = 253.89, L_{\text{min}} = 0.426$  ;

[0155] (2.6) 对比度计算模块 105 对所有块中亮度最大值  $L_{\text{max}}$  做如下处理, 得到修正后的亮度最大值  $L'_{\text{max}}$  : 如果  $0 \leq L_{\text{max}} < 8$ , 则  $L'_{\text{max}} = 0.4625 \times L_{\text{max}} + 0.3$  ; 如果  $8 \leq L_{\text{max}} \leq 255$ , 则  $L'_{\text{max}} = 1.1984 \times L_{\text{max}} - 5.592$  ; 对于图 7(b) 的图像, 所有块中亮度最大值为 253.89, 处理后的亮度最大值  $L'_{\text{max}} = 298.67$  ;

[0156] (2.7) 对比度计算模块 105 对所有块中亮度最小值  $L_{\text{min}}$  做如下处理, 得到修正后的亮度最小值  $L'_{\text{min}}$  : 如果  $0 \leq L_{\text{min}} < 8$ , 则  $L'_{\text{min}} = 0.4625 \times L_{\text{min}} + 0.3$  ; 如果  $8 \leq L_{\text{min}} \leq 255$ , 则  $L'_{\text{min}} = 1.1984 \times L_{\text{min}} - 5.592$  ; 对于图 7(b) 的图像, 所有块中亮度最小值为 0.426, 处理后的

亮度最小值  $L_{\min}' = 0.497$  ;

[0157] (2.8) 对比度计算模块 105 计算对比度 CR, 对于图 7(b) 的图像,

$$CR = \frac{L_{\max}'}{L_{\min}'} = \frac{298.67}{0.497} = 600.95。$$

[0158] 3. 图像分类模块 106 根据图像分类阈值、亮度平均值  $L_{\text{avg}}$  和对比度 CR 对输入图像进行分类: 视频源输入的图 7(b) 的图像的平均亮度值  $L_{\text{avg}} = 100.95$ , 对比度  $CR = 600.95$ , 根据步骤 1 得到的图像分类阈值, 该图像属于中亮度中对比度的图像。

[0159] 4. 背光亮度计算模块 108 根据图像类别确定背光亮度计算公式中的参数 k, 计算背光调光因子  $k_{\text{blu}}$  :

[0160] (4.1) 视频源输入的图 7(b) 的图像属于中亮度图像, 根据公式 1, k 取 0.4 ;

[0161] (4.2) 计算  $L_{\text{mean}}$  和  $L_{\text{max-all}}$  :

[0162] 根据公式 2 和公式 3, 对于图 7(b) 的图像中  $i = 791$ 、 $j = 637$  的像素, 红、绿、蓝子像素的亮度值分别为 73、101、1, 取最大值得到  $L_{\text{pixel}}(791, 637) = 101$ , 进而得到整幅图像所有像素值的最大值,  $L_{\text{max-all}} = 255$ , 得到整幅图像所有像素最大值的平均值,  $L_{\text{mean}} = 113.16$  ;

[0163] (4.3) 将  $L_{\text{max-all}}$  和  $L_{\text{mean}}$  代入公式 4, 得到背光调光因子  $k_{\text{blu}} = 0.79$ , 说明背光亮度降低了  $1 - 0.79 = 0.21$ , 也就是背光能耗节省了 21%。当背光能耗占整机能耗的 60% 时, 采用本发明的调光技术显示图 5(b) 的图像时, 整机能节约  $21\% \times 60\% = 13.2\%$  的能耗。

[0164] 5. S 曲线计算模块 107 根据图像类别确定 S 曲线方程中的参数 a :

[0165] 当图像分为 9 类时, a 的取值如下式所示 :

[0166]

$$a = \begin{cases} 0.017, & \text{高亮度高对比度} \\ 0.018, & \text{高亮度中对比度} \\ 0.019, & \text{中亮度高对比度} \\ 0.020, & \text{中亮度中对比度} \\ 0.021, & \text{高亮度低对比度} \\ 0.022, & \text{低亮度高对比度} \\ 0.023, & \text{中亮度低对比度} \\ 0.024, & \text{低亮度中对比度} \\ 0.025, & \text{低亮度低对比度} \end{cases}$$

(11)

[0167] 视频源输入的图 7(b) 的图像属于中亮度中对比度图像, a 取 0.020。

[0168] 6. S 曲线计算模块 107 计算 S 曲线拐点亮度  $L_g$ , 获得修正后的拐点亮度  $L_g'$  :

[0169] (6.1) 计算  $L_{25}$  和  $L_{50}$  :  $L_{25}$  是包括所有像素 25% 的像素亮度值,  $L_{50}$  是包括所有像素 50% 的像素亮度值 :

[0170] 对于图 7(b) 的图像, 包括所有像素 25% 的像素亮度值  $L_{25} = 61$ , 包括所有像素 50% 的像素亮度值  $L_{50} = 115$  ;

[0171] (6.2) 计算拐点亮度  $L_g$  :  $L_g = \frac{L_{25} + L_{50}}{3}$ , 对于图 7(b) 的图像,  $L_g = 58.67$  ;

[0172] (6.3) 计算修正后拐点亮度  $L_g'$   $L_g' = 80 + \frac{50}{170} \times L_g$ , 对于图 7(b) 的图像, 修正后拐点亮度  $L_g' = 97.254$ ;

[0173] 7. S 曲线计算模块 107 生成 S 型曲线:

[0174] S 曲线计算模块 107 根据公式 6 生成 S 曲线, 如图 7(c) 所示。

$$[0175] \quad L_{out} = \frac{255}{1 + Ae^{-ax}} = \frac{255}{1 + e^{a(L_g' - x)}} = \frac{255}{1 + e^{0.02(97.254 - x)}} \quad (12)$$

[0176] 8. LED 脉宽调制模块 110 根据背光调光因子  $k_{blu}$  生成 LED 背光脉宽调制信号, 送入 LED 驱动板 201, 整体改变 LED 光源板 202 的发光亮度;

[0177] 9. 液晶像素补偿模块 109 根据 S 曲线调整每个像素亮度, 将调整后的信号通过液晶屏接口板 203 送入液晶屏 204, 使液晶屏显示根据 S 曲线调整后的图像:

[0178] 如对于图 7(b) 的图像中  $i = 791$ 、 $j = 637$  的像素, 视频源输入的原始红、绿、蓝子像素亮度值为 (73, 101, 1), 根据 S 曲线调整后得到新的亮度值为 (76, 105, 1)。如对于图 7(b) 的图像中  $i = 883$ 、 $j = 149$  的像素, 视频源输入的原始红、绿、蓝子像素亮度值为 (10, 16, 6), 根据 S 曲线调整后得到新的亮度值为 (8, 12, 5)。可以看出, 通过 S 曲线调整后, 有些像素的亮度增加了, 有些像素的亮度减少了, 说明本发明的动态调光技术能有效提高静态对比度, 进而提高显示效果。

[0179] 对每个像素的红、绿、蓝子像素亮度值都进行调整后, 得到基于 S 曲线补偿后的整幅图像, 通过液晶屏接口板 203 送入液晶屏 204, 显示调光后的图像。

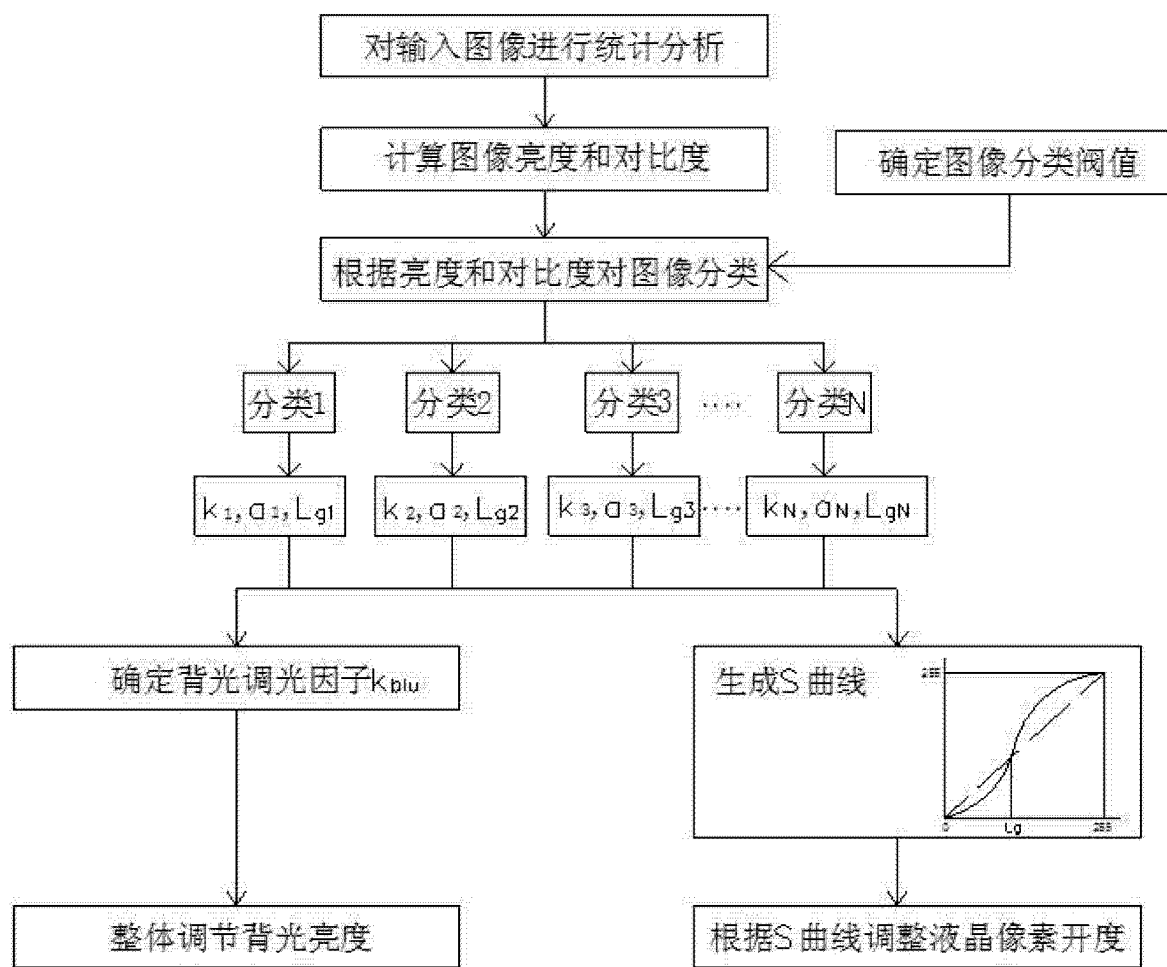


图 1

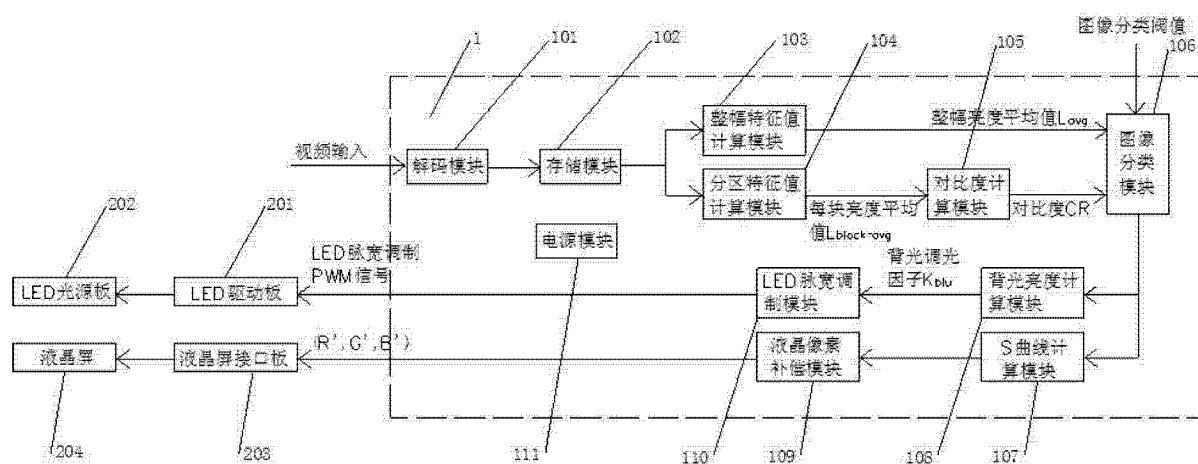


图 2

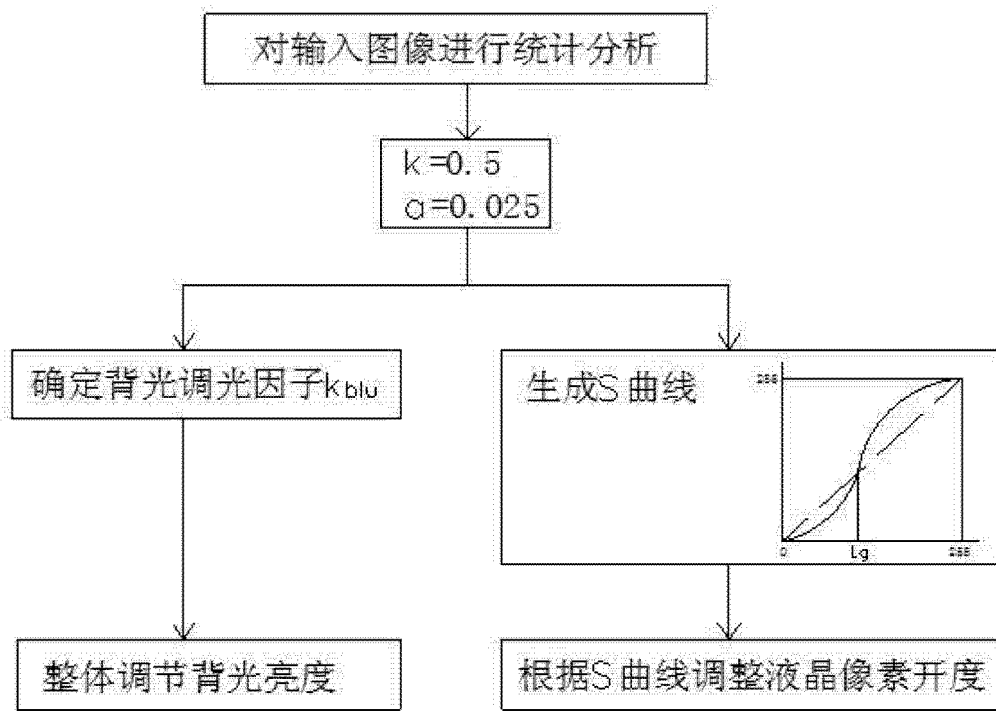


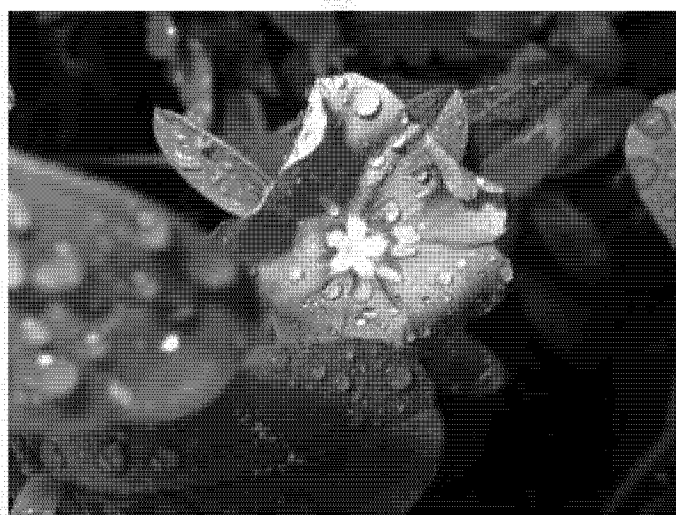
图 3



(a)

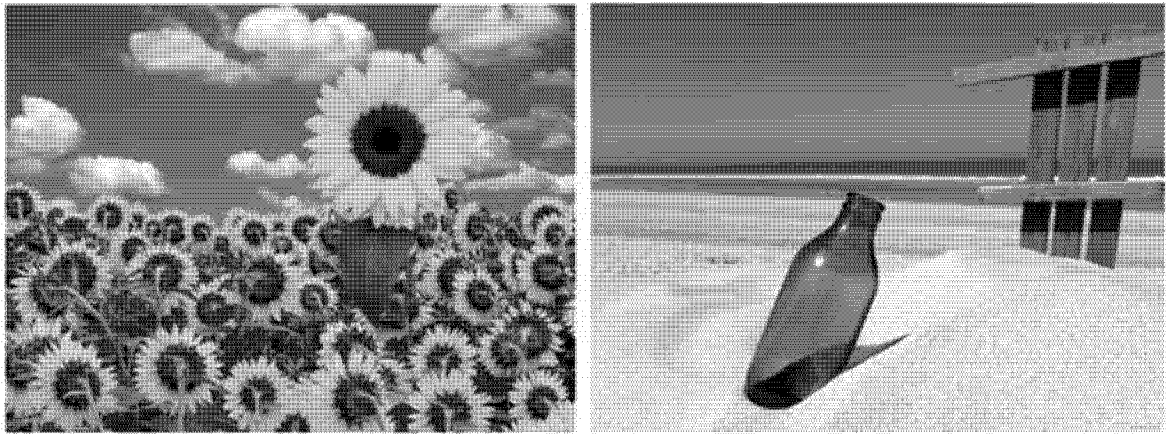


(b)



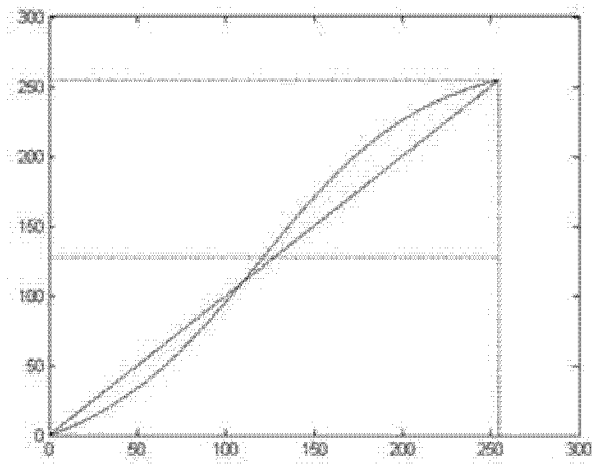
(c)

图 4



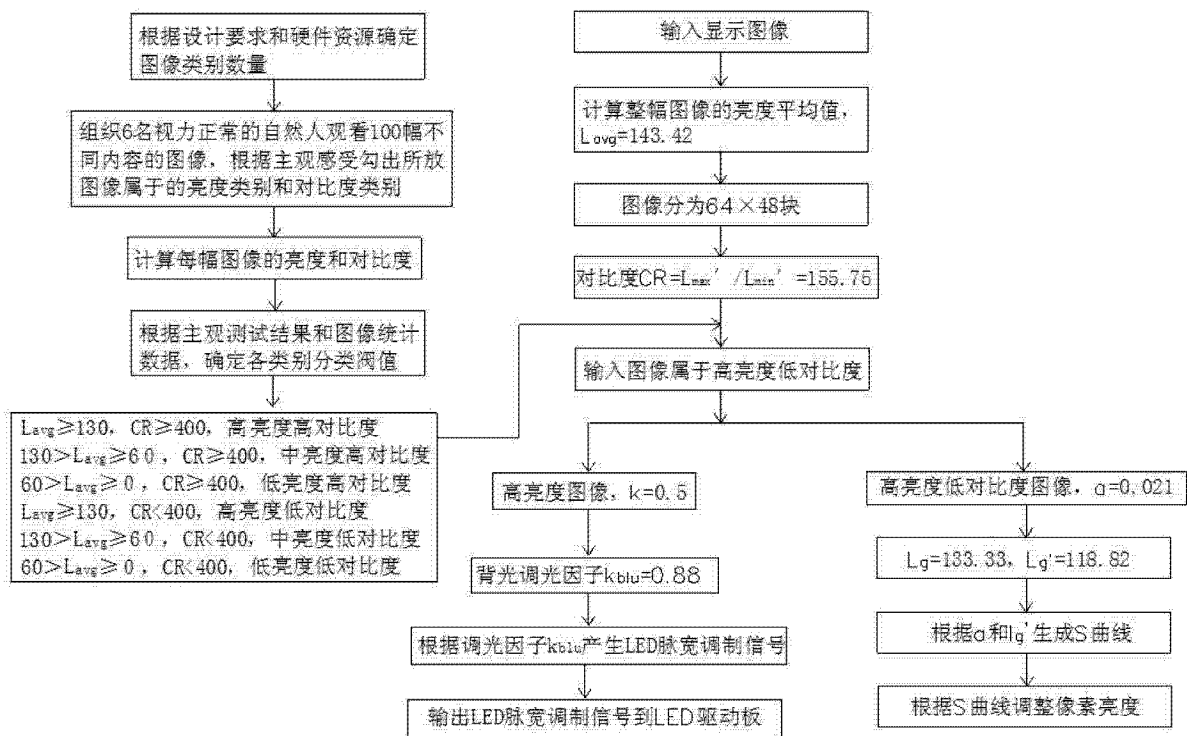
(a)

(b)



(c)

图 5

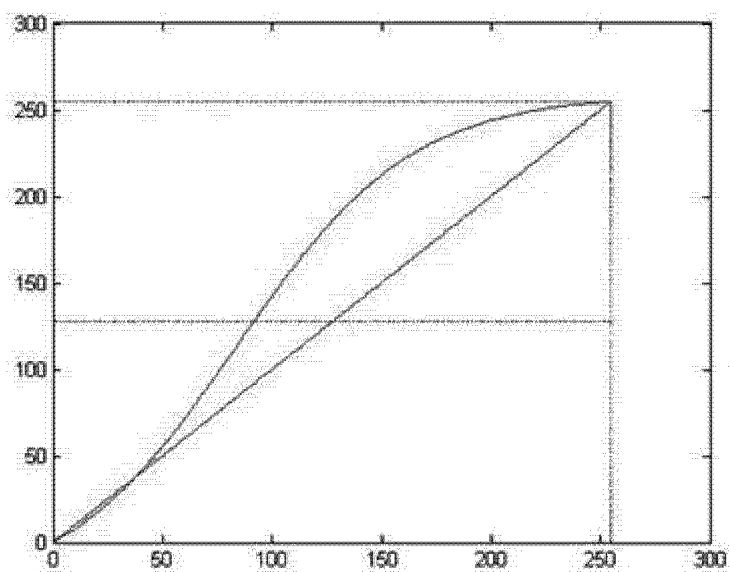


(d)

图 5

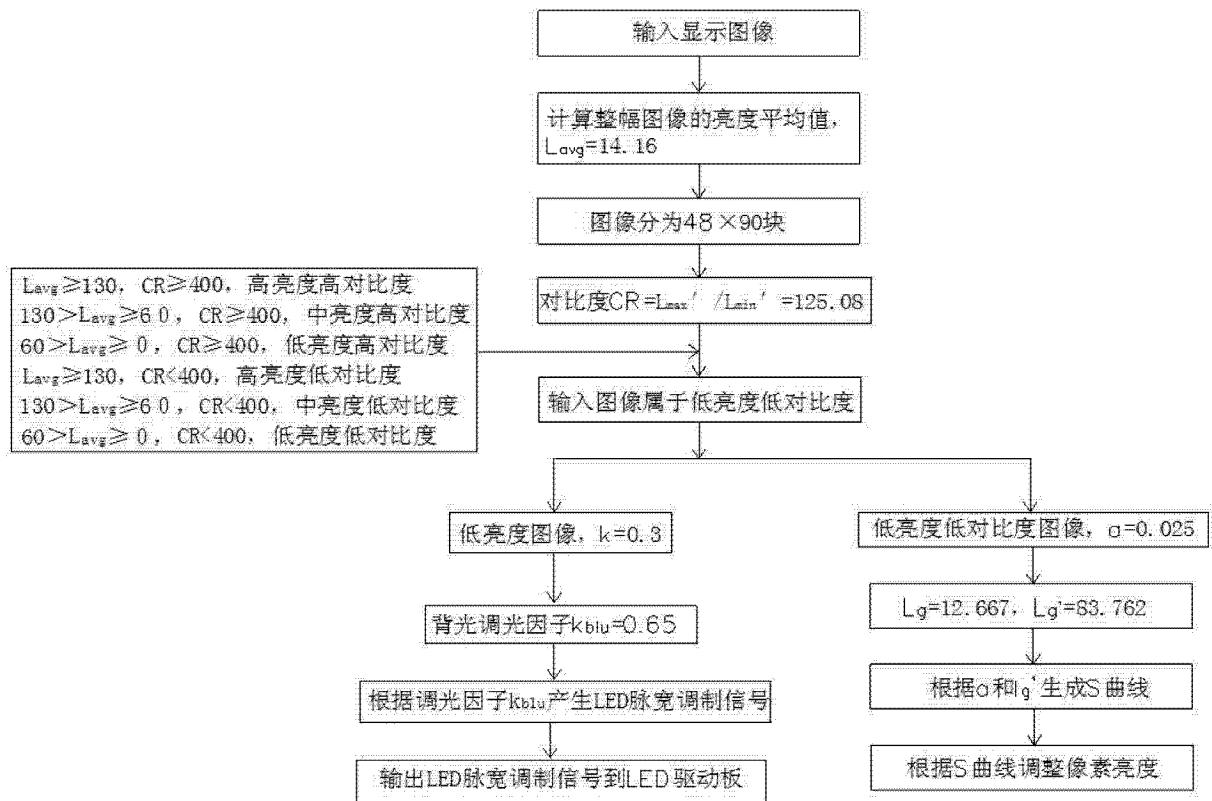


(a)



(b)

图 6



(c)

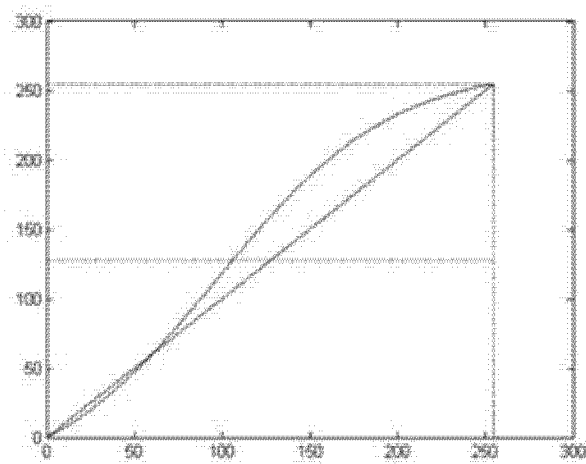
图 6



(a)



(b)



(c)

图 7

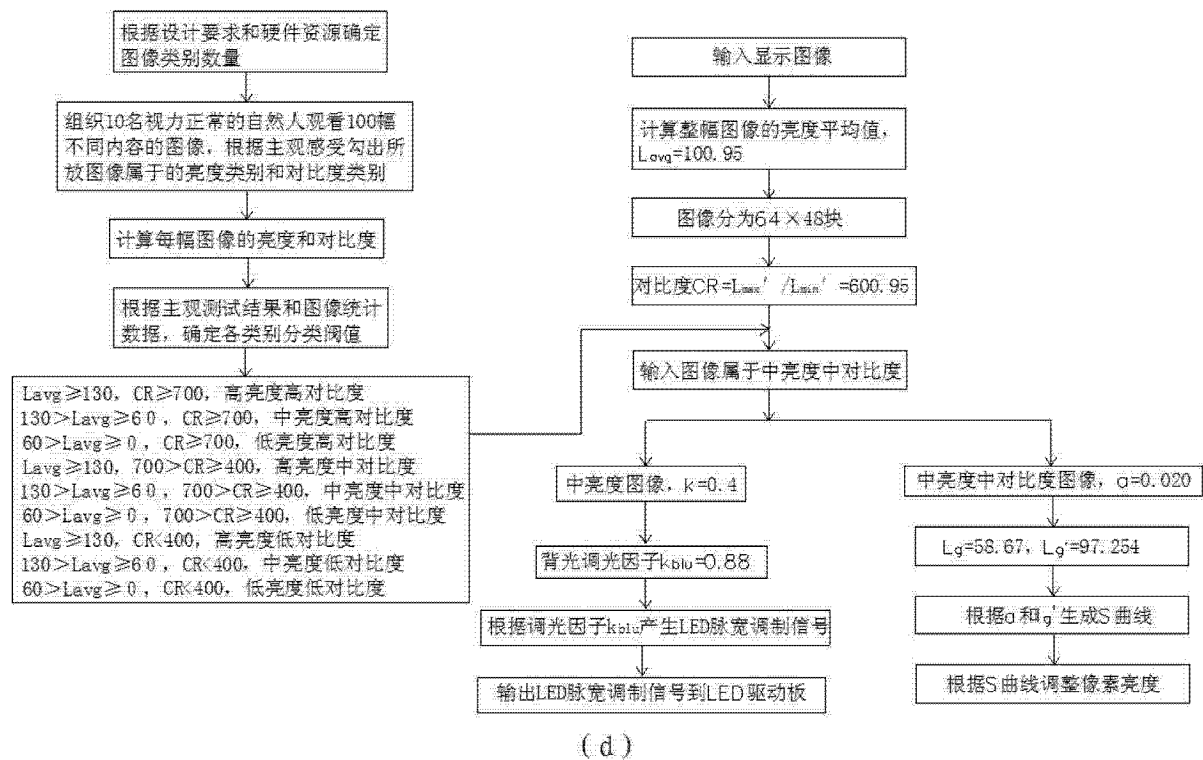


图 7

|                |                                                |         |            |
|----------------|------------------------------------------------|---------|------------|
| 专利名称(译)        | 一种基于图像分类的液晶显示背光全局调光方法                          |         |            |
| 公开(公告)号        | <a href="#">CN103106876B</a>                   | 公开(公告)日 | 2014-12-10 |
| 申请号            | CN201310012809.1                               | 申请日     | 2013-01-14 |
| [标]申请(专利权)人(译) | 合肥工业大学                                         |         |            |
| 申请(专利权)人(译)    | 合肥工业大学                                         |         |            |
| 当前申请(专利权)人(译)  | 合肥工业大学                                         |         |            |
| [标]发明人         | 吕国强<br>冯奇斌                                     |         |            |
| 发明人            | 吕国强<br>冯奇斌                                     |         |            |
| IPC分类号         | G09G3/34 G09G3/36                              |         |            |
| 代理人(译)         | 金惠贞                                            |         |            |
| 其他公开文献         | CN103106876A                                   |         |            |
| 外部链接           | <a href="#">Espacenet</a> <a href="#">SIPO</a> |         |            |

# 摘要(译)

本发明涉及一种基于图像分类的液晶显示背光全局调光方法。操作步骤如下：1.确定图像分类的数量和阈值；2.计算输入图像所有像素的亮度平均值和对比度；3.根据图像分类阈值、亮度平均值和对比度对输入图像进行分类；4.根据图像类别确定背光亮度计算公式中的参数 $k$ ，计算背光调光因子；5.根据图像类别确定S曲线方程中的参数 $a$ ；6.计算S曲线拐点亮度，获得修正后的拐点亮度；7.生成S型曲线；8.根据背光调光因子生成LED脉宽调制信号，整体改变LED光源板的发光亮度；9.根据S曲线调整每个像素亮度，使液晶屏显示根据S曲线调整后的图像。本发明根据输入图像类别选取计算参数，能够有效保证调光算法对于所有的图像均能达到对比度高、能耗低的最佳效果。

