



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 101763830 A

(43) 申请公布日 2010.06.30

(21) 申请号 200910105206.X

(22) 申请日 2009.01.19

(71) 申请人 敦泰科技(深圳)有限公司

地址 518057 广东省深圳市南山区科技园南区 R3-B 栋 4 楼

(72) 发明人 张靖恺 梁丕树

(74) 专利代理机构 深圳市睿智专利事务所

44209

代理人 陈鸿荫

(51) Int. Cl.

G09G 3/36(2006.01)

G09G 3/34(2006.01)

G09G 5/10(2006.01)

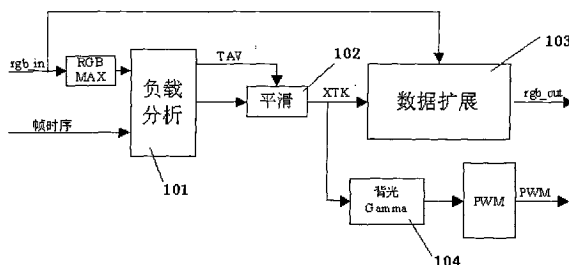
权利要求书 2 页 说明书 8 页 附图 3 页

(54) 发明名称

根据显示内容动态调整小屏 LCD 背光亮度的方法

(57) 摘要

一种根据显示内容动态调整小屏 LCD 背光亮度的方法,系根据显示负载的变化调整小屏 LCD 背光亮度,从而在保证显示效果的前提下最大限度地降低 LCD 背光亮度,以节约用电,其特征在于还包括如下步骤:依次输入每一帧图像数据,背光调整的速率与输入数据的帧频率相同;做自适应的图像负载分析(101);用自适应的时间平均滤波器(102)处理背光调整速度;进行伪随机打散运算,在统计上消除数据扩展(103)时的不均匀性;在背光上处理 Gamma 补偿(104)的影响,使用简单和低速计算消除 Gamma 补偿带来的结果偏差。本发明的有益效果在于:一种相对低成本的动态背光方案,并且赋予了图像负载分析和背光调整的动态自适应性,同时解决了“等高线”和 Gamma 指数补偿会消耗很大的资源的问题。



1. 一种根据显示内容动态调整小屏 LCD 背光亮度的方法,系根据显示负载的变化调整小屏 LCD 背光亮度,并且以相应的比例动态增大 LCD 的输入数据,从而在保证显示效果的前提下最大限度地降低 LCD 背光亮度,以节约用电,其特征在于还包括如下步骤:

A. 依次输入每一帧图像数据,背光调整的速率与输入数据的帧频率相同;

B. 做自适应的图像负载分析 (101),包括粗略直方图和细微最大值找寻算法,以及统计峰值自适应牺牲算法;

C. 用自适应的时间平滑滤波器 (102) 处理背光调整速度,既保证输出无背光闪烁,又保证背光变化跟得上输入图像负载的变化;

D. 进行伪随机打散运算,在统计上削除数据扩展 (103) 时的不均匀性,以便消除一些图像内容下的“等高线”,同时也使得输出的色阶比输入的精度更高;

E. 在背光上处理 Gamma 补偿 (104) 的影响,使用简单和低速计算消除 Gamma 补偿带来的结果偏差。

2. 按照权利要求 1 所述的根据显示内容动态调整小屏 LCD 背光亮度的方法,其特征在于:

所述步骤 B 中的图像负载分析 (101),系根据当前输入帧中每个像素的红绿蓝 RGB 的最大值,取粗略直方图确定的最大亮度有效值和细微最大峰值找寻算法确定的最大亮度有效值中的较小值、作为当前输入帧的图像负载有效峰值 Peak;并根据所述图像负载有效峰值 Peak 和统计峰值自适应牺牲算法得到当前输入帧图像的亮度衰减因子 per_loss,计算出当前输入帧图像的有效负载 dth,即:

$$dth = Peak(1 - per_loss).$$

3. 按照权利要求 1 所述的根据显示内容动态调整小屏 LCD 背光亮度的方法,其特征在于:

所述步骤 B 中粗略直方图找寻法,是将亮度取值范围在整个区间内分成 NC 份,统计该一帧数据分布在这 NC 个区间的像素数量统计分布,再根据预先设定的数量阈值,从亮度值的高处往低处,统计出所述 NC 个区间的像素统计分布值当中超过阈值的最大的粗条亮度值,即为粗略直方图确定的最大亮度有效值。

4. 如权利要求 1 所述根据显示内容动态调整小屏 LCD 背光亮度的方法,其特征在于:

所述步骤 B 中细微最大峰值找寻算法,是将亮度区间分成 NF 份,找出该一帧中最大的 M 个值以及它们的像素数量统计结果;根据预设的阈值,找出 M 个最大值当中统计结果大于阈值的最大的亮度值,该值就是细微峰值找寻算法确定的最大亮度有效值;当所述 M 个值的统计结果均小于阈值时,取 M 个值中的最小值减 1 即为细微最大峰值找寻算法确定的最大亮度有效值。

5. 如权利要求 1、2 所述根据显示内容动态调整小屏 LCD 背光亮度的方法,其特征在于:所述统计峰值自适应牺牲算法,包括步骤:

a. 确定所述当前帧的图像负载有效峰值 Peak 在粗直方图或细直方图中的位置;

b. 对当前帧的图像负载有效峰值 Peak 周围的像素进行统计分析;

c. 如果当前帧的图像负载有效峰值 Peak 附近统计结果较小,则取较大的衰减因子;如果当前帧的图像负载有效峰值 Peak 附近统计结果较大,则取较小的衰减因子。

6. 如权利要求 1 所述根据显示内容动态调整小屏 LCD 背光亮度的方法,其特征在于:

所述步骤 C 中背光时间平滑滤波器 (102) 可以是一阶低通滤波器, 其传输函数确定为:

$$H(z) = \frac{TAV}{1 - (1 - TAV)z^{-1}}$$

其中 TAV 由当前帧的直方图统计结果和上一帧的直方图统计结果相比较而得出, TAV 与前后帧数据的直方图向量的差的绝对值之和成正比, 公式表示如下:

$$TAV = k * \sum_i |HIST_n(i) - HIST_{n-1}(i)|$$

其中, $HIST_n(i)$ 为在第 n 帧数据亮度值 i 上的直方图统计结果; k 为比例系数, 其值越小, 滤波器的时间常数越长, 背光越稳定; 尤其是, TAV 的结果应满足在 0 ~ 1 之间。

7. 如权利要求 1 所述根据显示内容动态调整小屏 LCD 背光亮度的方法, 其特征在于:

所述步骤 C 中用自适应的时间平滑滤波器 (102) 处理背光调整速度, 即得到的所述当前帧的图像亮度阈值 XTK; 这一过程如下公式表示:

$$XTK = \text{filter}(\text{Peak} * (1 - \text{Per_loss}))$$

其中, Peak 为图像的有效峰值, Per_loss 为图像的亮度衰减因子。

8. 如权利要求 1 所述一种根据显示内容动态调整小屏 LCD 背光亮度的方法, 其特征在于: 所述步骤 D 中采用伪随机打散运算, 是当所述图像亮度增大系数 $\alpha = \frac{\text{最高亮度}}{XTK}$ 是一个大于 1 的小数时, 对于连续的输入数值, 乘积所得小数进行整数化时, 无论整数截取还是四舍五入, 都有机会跳跃一个整数, 需对乘积结果做打散处理, 包括步骤:

I. 统计数据扩展 (103) 的输入色阶 x_in 与图像亮度增大系数 α 乘积时, 统计该乘积小数部分 im_frac 小于所述图像亮度增大系数 α 值的小数部分 coeff_frac 的像素数量 M1 和该乘积小数部分 im_frac 与所述图像亮度增大系数 α 值的小数部分 coeff_frac 之和大于等于 1 的像素数量 M2;

II. 针对统计量 M1, 以固定概率或变化概率, 数据扩展 (103) 的输出为输入色阶 x_in 与图像亮度增大系数 α 乘积的整数部分减去图像亮度增大系数 α 的整数部分;

III. 针对统计量 M2, 以固定概率或变化概率, 数据扩展 (103) 的输出为输入色阶 x_in 与图像亮度增大系数 α 乘积的整数部分加上图像亮度增大系数 α 的整数部分。

9. 如权利要求 1 所述根据显示内容动态调整小屏 LCD 背光亮度的方法, 其特征在于:

所述步骤 E 中简单而低速的运算, 是指所述 LCD 背光调整系数经过 Gamma 指数因子补偿 (104), 公式为:

$$BL_{DBL} = BL_0 * \left(\frac{1}{\alpha}\right)^{\text{gamma}}$$

其中, BL_0 为直接计算出来的背光调整系数, BL_{DBL} 为考虑 Gamma 影响之后的背光调整系数; $\left(\frac{1}{\alpha}\right)^{\text{gamma}}$ 的计算采用查表法, 或是使用曲线拟合的方法; 计算的速率可以取与输入图像帧频率相同的值。

根据显示内容动态调整小屏 LCD 背光亮度的方法

[0001] 技术领域 本发明涉及液晶显示 LCD 设备,尤其是涉及根据显示内容动态调整小屏 LCD 背光亮度的方法。

[0002] 背景技术 对于移动电话(又称手机)、掌上电脑 PDA 等手持设备,由于使用电池,其电能相当有限,因而节电是手持设备的一个重要技术指标。对于带 LCD 显示屏的手持设备,LCD 显示系统是其功率消耗的主要部分;而在显示系统当中,LCD 背光是最为消耗电能的元件之一。因此,减小手持设备的 LCD 背光具有重要的意义。

[0003] 目前,现有技术中,一般是根据图像内容和环境光亮度动态调整 LCD 背光亮度,根据图像内容的方法最先应用于大屏幕的 LCD 显示,如 LCD 电视等。与大屏幕 LCD 相比,小屏 LCD 的动态背光可利用的背光源只有一个,从而在保证显示效果方面受到了较大的限制。

[0004] 参考图 2,动态背光技术主要是根据环境光亮度的变化和图像负载的变化来动态调整背光源的亮度,从而在不损失显示效果的前提下降低背光的功耗。背光的亮度可以随着环境光亮度增加而增加,随着图像负载增加而增加。环境光亮度监测有相关的传感器。

[0005] 对于动态图像,图像负载实时变化。记负载随时间的函数为 $L_d(t)$,负载降低时,背光可以相应降低从而节省功耗,例如背光 $Light(t) \propto L_d(t)$ 。在多数显示系统中,背光和负载均可以是抽样量化的数据。为了使 LCD 输出亮度保持,则需要 LCD 的数据

$Data(t) \propto \frac{1}{L_d(t)}$ 。因此,统计图像负载变化是动态背光控制的关键。

[0006] LCD 动态背光的思想是当图像内容灰度较低时,可以适当地降低背光亮度,同时相应成比例的提高 LCD 图像内容的亮度,以使使用者看到的亮度不变。提高 LCD 图像内容的亮度,可以通过提高图像的数据大小来实现。具体算法如图 3 所示。例如输入输出数据均为 6 位。如果图像的亮度值均低于亮度阈值 X_{TK} ,则可以把背光降低为原来的 $\frac{X_{TK}}{64}$,同时把

LCD 图像内容亮度增大为原来的 $\alpha = \frac{63}{X_{TK}}$ 。不考虑非线性的影响,RGB 数据增大的幅度均为

$\alpha = \frac{63}{X_{TK}}$ 。这样,在不损失图像质量的情况下,降低了背光消耗的功耗。

[0007] 图像负载分析是调整背光的基本参考。对于动态图像,如 Video,最简单的办法是找出当前输入帧中所有像素的 RGB 数据的最大值。不过,这样的话即使当前帧仅有一个像素的 RGB 为最大值,例如在 6bit 系统中为 63,背光就处在最亮的状态。而对于动态图像本身,可能平均负载和主要内容都集中在低亮度区域,负载较大的点对于观者主观的感觉可以忽略。图像负载分析的难点在于,怎样使动态图像的主观感觉基本不变而尽量降低图像的负载分析结果从而尽可能的降低背光功耗。

[0008] 图像负载分析也是最占用资源的模块。最直接的办法就是直方图统计分析。直方图分析十分耗费存储资源。LCD 显示模块的资源有限,因此使用尽量少的资源,如电路或软件,来准确分析出当前帧的图像负载是十分必要的。

[0009] 动态调整背光的速度也是影响到显示效果的重要因素。由于图像负载是根据动态图像的一帧来决定,因此背光调整的更新速率可以与帧速率同步。然而,局部的图像变化会

导致图像负载有小幅变化,如果背光调整太快会产生闪烁;如果背光调整太慢,尽管可以消除闪烁,但可能跟不上图像负载的较大较快变化,从而可能导致 LCD 最终输出失真。

[0010] 降低背光的同时,需要将图像数据增大为 α ($\alpha > 1$) 倍。当 α 为小数时,有限字长带来的误差可能会被放大。例如数据是 6bit 精度。多个连续的 6bit 输入数据,由于输出只能接受 6bit 的精度,扩展之后可能会出现数据之间不等间隔的情况,如图 4 的表格所示。输入数据连续,在输出一栏,丢失了 43、47 这两个数。这样一来,输出图像的灰阶或色阶就不再均匀,从图像上看,就可能产生“等高线”。

[0011] 此外, LCD 显示系统经常采用 Gamma 曲线来对 LCD 屏进行补偿,因此,改变背光必须要考虑 Gamma 指数的影响。在数据计算处针对 Gamma 指数进行补偿会消耗很大的资源。

[0012] 发明内容 本发明要解决的技术问题在于避免上述现有技术的不足之处而提供一种根据显示内容动态调整小屏 LCD 背光亮度的方法,给出了一种相对低成本的动态背光方案,并且赋予了图像负载分析和背光调整的动态自适应性,同时解决了“等高线”和 Gamma 指数补偿会消耗很大的资源的问题。

[0013] 本发明为解决上述技术问题提出的方案是,提出一种根据显示内容动态调整小屏 LCD 背光亮度的方法,系根据显示负载的变化调整小屏 LCD 背光亮度,并且以相应的比例动态增大 LCD 的输入数据,从而在保证显示效果的前提下最大限度地降低 LCD 背光亮度,以节约用电,其特征在于还包括如下步骤:

[0014] A. 依次输入每一帧图像数据,背光调整的速率与输入数据的帧频率相同;

[0015] B. 做自适应的图像负载分析,包括粗略直方图和细微最大值找寻算法,以及统计峰值自适应牺牲算法;

[0016] C. 用自适应的时间平滑滤波器处理背光调整速度,既保证输出无背光闪烁,又保证背光变化跟得上输入图像负载的变化;

[0017] D. 进行伪随机打散运算,在统计上削除数据扩展时的不均匀性,以便消除一些图像内容下的“等高线”,同时也使得输出的色阶比输入的精度更高;

[0018] E. 在背光上处理 Gamma 补偿的影响,使用简单和低速计算消除 Gamma 补偿带来的结果偏差。

[0019] 所述步骤 B 中的图像负载分析,系根据当前输入帧中每个像素的红绿蓝 RGB 的最大值,取粗略直方图确定的最大亮度有效值和细微最大峰值找寻算法确定的最大亮度有效值中的最小值、作为当前输入帧的图像负载有效峰值 Peak;并根据所述图像负载有效峰值 Peak 和统计峰值自适应牺牲算法得到的前输入帧图像的亮度衰减因子 Per_loss,计算出当前输入帧图像的有效负载 dth,即:

[0020] $dth = Peak(1 - per_loss)$.

[0021] 所述步骤 B 中粗略直方图找寻算法,是将亮度取值范围在整个区间内分成 NC 份,统计该一帧数据分布在这 NC 个区间的像素数量统计分布,再根据预先设定的数量阈值,从亮度值的高处往低处,统计出所述 NC 个区间像素统计分布值当中超过阈值的最大的粗条亮度值,即为粗略直方图确定的最大亮度有效值。

[0022] 所述步骤 B 中细微最大峰值找寻算法,是将亮度区间分成 NF 份,找出该一帧中最大的 M 个值以及它们的像素数量统计结果;根据预设的阈值,找出 M 个最大值当中统计结果大于阈值的最大的亮度值,该值就是细微峰值找寻算法确定的最大亮度有效值;当所述 M

个值的统计结果均小于阈值时,取 M 个值中的最小值减 1 即为细微最大峰值找寻算法确定的最大亮度有效值。

[0023] 所述统计峰值自适应牺牲算法,包括步骤:

[0024] a. 确定所述当前帧的图像负载有效峰值 Peak 在粗直方图或细直方图中的位置;

[0025] b. 对当前帧的图像负载有效峰值 Peak 周围的像素进行统计分析;

[0026] c. 如果当前帧的图像负载有效峰值 Peak 附近统计结果较小,则取较大的衰减因子;如果当前帧的图像负载有效峰值 Peak 附近统计结果较大,则取较小的衰减因子。

[0027] 所述步骤 C 中背光时间平滑滤波器可以是一阶低通滤波器,其传输函数确定为:

$$[0028] \quad H(z) = \frac{TAV}{1 - (1 - TAV)z^{-1}}$$

[0029] 其中 TAV 由当前帧的直方图统计结果和上一帧的直方图统计结果相比较而得出, TAV 与相邻前后帧数据的直方图向量的差的绝对值之和成正比,公式表示如下:

$$[0030] \quad TAV = k * \sum_i |HIST_n(i) - HIST_{n-1}(i)|$$

[0031] 其中, $HIST_n(i)$ 为在第 n 帧数据亮度值 i 上的直方图统计结果; k 为比例系数,其值越小,滤波器的时间常数越长,背光越稳定。尤其是, TAV 的结果应满足在 0 ~ 1 之间;

[0032] 所述步骤 C 中用自适应的时间平滑滤波器处理背光调整速度,即得到的所述当前帧的图像亮度阈值 XTK。这一过程用如下公式表示:

$$[0033] \quad XTK = \text{filter}(\text{Peak} * (1 - \text{Per_loss}))$$

[0034] 其中, Peak 为图像的有效峰值, Per_loss 为图像的亮度衰减因子。

[0035] 所述步骤 D 中采用伪随机打散运算,是当所述图像亮度增大系数 $\alpha = \frac{\text{最高亮度}}{XTK}$ 是一个大于 1 的小数时,对于连续的输入数值,乘积小数进行整数化时,无论整数截取还是四舍五入,都有机会跳跃一个整数,包括步骤:

[0036] I. 统计数据扩展模块的输入色阶 x_in 与图像亮度增大系数 α 乘积时,统计该乘积小数部分 im_frac 小于所述图像亮度增大系数 α 值的小数部分 coeff_frac 的像素数量 M1 和该乘积小数部分 im_frac 与所述图像亮度增大系数 α 值的小数部分 coeff_frac 之和大于等于 1 的像素数量 M2;

[0037] II. 针对统计量 M1,以固定概率或变化概率,数据扩展模块的输出为输入色阶 x_in 与图像亮度增大系数 α 乘积的整数部分减去图像亮度增大系数 α 的整数部分;

[0038] III. 针对统计量 M2,以固定概率或变化概率,数据扩展模块的输出为输入色阶 x_in 与图像亮度增大系数 α 乘积的整数部分加上图像亮度增大系数 α 的整数部分;

[0039] 所述步骤 E 中简单而低速的运算,是指所述 LCD 背光调整数据经过 Gamma 指数因子补偿,公式为:

$$[0040] \quad BL_{DBL} = BL_0 * \left(\frac{1}{\alpha}\right)^{\text{gamma}}$$

[0041] 其中, BL_0 为直接计算出来的背光调整系数, BL_{DBL} 为考虑 Gamma 影响之后的背光调整系数; $\left(\frac{1}{\alpha}\right)^{\text{gamma}}$ 的计算采用查表法,或是使用曲线拟合的方法;计算的速率可以取输入图像的帧频率相同值。

[0042] 与现有技术相比较,本发明的有益效果在于:自适应的图像负载分析可以更加真实使负载分析接近图像的真实有效负载状况,从而在保证显示质量的情况下尽量大限度的节省功耗。此外,图像负载分析中的粗略直方图和细微最大值找寻算法的结合可以省去传统直方图所耗费的大量存储空间,节约了成本。

[0043] 自适应的时间平滑滤波器来处理背光调整速度,既保证了输出无背光闪烁,又保证了背光变化能够跟得上输入图像负载的变化。

[0044] 伪随机打散算法在统计上消除了数据扩展时的不均匀性,从而消除了某些特定图像内容下的“等高线”。同时,也使得输出的色阶比输入的色阶精度更高。

[0045] 在背光上处理 Gamma 补偿的影响,使用简单和低速的计算消除了 Gamma 补偿带来的结果偏差。

[0046] 附图说明 图 1 是本发明实施的基本原理框图;

[0047] 图 2 是现有技术的图像负载动态调整背光基本原理框图

[0048] 图 3 是现有技术的图像自适应动态背光算法示意图

[0049] 图 4 是现有技术中 $\alpha = 1.3$ 时的输出色阶数据损失表

[0050] 图 5 是本发明所述粗直方图找寻法示意图

[0051] 图 6 是本发明所述细微峰值找寻法示意图

[0052] 图 7 是本发明所述统计峰值自适应衰减算法的一个实施流程图

[0053] 具体实施方式 下面,结合附图所示之优选实施例进一步阐述本发明。

[0054] 本发明根据显示内容动态调整小屏 LCD 背光亮度的方法的实施是:系根据显示负载的变化调整小屏 LCD 背光亮度,从而在保证显示效果的前提下最大限度地降低 LCD 背光亮度,以节约用电,其特征在于还包括如下步骤:

[0055] A. 依次输入每一帧图像数据,背光调整的速率与输入数据的帧频率相同;

[0056] B. 做自适应的图像负载分析 101,包括粗略直方图和细微最大值找寻算法,以及统计峰值自适应牺牲算法;

[0057] C. 用自适应的时间平滑滤波器 102 处理背光调整速度,既保证输出无背光闪烁,又保证背光变化跟得上输入图像负载的变化;

[0058] D. 进行伪随机打散运算,在统计上消除数据扩展 103 时的不均匀性,以便消除一些图像内容下的“等高线”,同时也使得输出的色阶比输入的精度更高;

[0059] E. 在背光上处理 Gamma 补偿 104 的影响,使用简单和低速计算消除 Gamma 补偿带来的结果偏差。

[0060] 所述步骤 B 中的图像负载分析 101,系根据当前输入帧中每个像素的红绿蓝 RGB 的最大值及当前输入帧时序,取粗略直方图确定的最大亮度有效值和细微最大峰值找寻算法确定的最大亮度有效值中的较小值、作为当前输入帧的图像负载有效峰值 Peak;并根据所述图像负载有效峰值 Peak 和统计峰值自适应牺牲算法得到当前输入帧图像的亮度衰减因子 per_loss,计算出当前输入帧图像的有效负载 dth,即:

[0061] $dth = Peak(1 - per_loss)$.

[0062] 所述步骤 B 中粗略直方图找寻算法,是将亮度取值范围在整个区间内分成 NC 份,统计该一帧数据分布在这 NC 个区间的像素数量统计分布,再根据预先设定的数量阈值,从亮度值的高处往低处,统计出所述 NC 个区间像素统计分布值当中超过阈值的最大的粗条

亮度值,即为粗略直方图确定的最大亮度有效值。参见图 5,本实例中 $NC = 4$,在输入数据为 6bit 的情况下即用 2bit 表示亮度,统计该一帧数据分布在这 4 个区间的像素数量统计结果为 cnt00、cnt01、cnt10、cnt11,再根据预先设定的阈值,从亮度值的高处往低处,统计出所述 4 个区间亮度值超过阈值的最大的粗条亮度值,即为粗略直方图确定的最大亮度有效值。

[0063] 所述步骤 B 中细微最大峰值找寻算法,是将亮度区间分成 NF 份,找出该一帧中最大的 M 个值以及它们的像素数量统计结果;根据预设的像素数量阈值,找出 M 个最大值当中统计结果大于阈值的最大的亮度值,该值就是细微峰值找寻算法确定的最大亮度有效值;当所述 M 个值的统计结果均小于像素数量阈值时,取 M 个值中的最小值减 1 即为细微最大峰值找寻算法确定的最大亮度有效值。参见图 6,实施例 1 中 $NF = 8$, $M = 3$,即用 3bit 表示亮度,找出该帧中最大的 3 个值以及它们的像素数量统计结果;根据预设的阈值,找出 3 个最大值当中统计结果大于阈值的最大的亮度值,该值就是细微峰值找寻算法确定的最大亮度有效值;当所述 3 个值的统计结果均小于阈值时,取 3 个值中的最小值减 1 即为最大亮度有效值。

[0064] 所述统计峰值自适应牺牲算法,包括步骤:

[0065] c. 确定所述当前帧的图像负载有效峰值 Peak 在粗直方图或细直方图中的位置;

[0066] d. 对当前帧的图像负载有效峰值 Peak 周围的像素进行统计分析;

[0067] c. 如果当前帧的图像负载有效峰值 Peak 附近统计结果较小,则取较大的衰减因子;如果当前帧的图像负载有效峰值 Peak 附近统计结果较大,则取较小的衰减因子。

[0068] 所述步骤 C 中背光时间平滑滤波器可以是一阶低通滤波器,其传输函数确定为:

$$[0069] \quad H(z) = \frac{TAV}{1 - (1 - TAV)z^{-1}}$$

[0070] 其中 TAV 由从当前帧的直方图统计结果和上一帧的直方图统计结果比较而得出,TAV 与前后帧数据的直方图向量的差的绝对值之和成正比,公式表示如下:

$$[0071] \quad TAV = k * \sum_i |HIST_n(i) - HIST_{n-1}(i)|$$

[0072] 其中, $HIST_n(i)$ 为在第 n 帧数据亮度值 i 上的直方图统计结果;k 为比例系数,其值越小,滤波器的时间常数越长,背光越稳定。尤其是,TAV 的结果应满足在 0 ~ 1 之间;

[0073] 所述步骤 C 中用自适应的时间平滑滤波器 102 处理背光调整速度,即得到的所述当前帧的图像亮度阈值 XTK;这一过程用如下公式表示:

$$[0074] \quad XTK = \text{filter}(\text{Peak} * (1 - \text{Per_loss}))$$

[0075] 其中,Peak 为图像的有效峰值,Per_loss 为图像的亮度衰减因子。

[0076] 所述步骤 D 中采用伪随机打散运算,是当所述图像亮度增大系数 $\alpha = \frac{\text{最高亮度}}{XTK}$ 是

一个大于 1 的小数时,对于连续的输入数值,乘积所得小数进行整数化时,无论整数截取还是四舍五入,都有机会跳跃一个整数,需对乘积结果做打散处理,包括步骤:

[0077] I. 统计数据扩展模块 103 的输入色阶 x_in 与图像亮度增大系数乘积时,统计该乘积小数部分 im_frac 小于所述图像亮度增大系数 α 值的小数部分 coeff_frac 的像素数量 M1 和该乘积小数部分 im_frac 与所述图像亮度增大系数 α 值的小数部分 coeff_frac 之和大于等于 1 的像素数量 M2;

[0078] II. 针对统计量 M1, 以固定概率或变化概率, 数据扩展模块的输出为输入色阶 x_{in} 与图像亮度增大系数 α 乘积的整数部分减去图像亮度增大系数 α 的整数部分;

[0079] III. 针对统计量 M2, 以固定概率或变化概率, 数据扩展模块的输出为输入色阶 x_{in} 与图像亮度增大系数 α 乘积的整数部分加上图像亮度增大系数 α 的整数部分;

[0080] 所述步骤 E 中简单而低速的运算, 是指所述 LCD 背光调整数据经过 Gamma 指数因子补偿 104, 公式为:

$$[0081] \quad BL_{DBL} = BL_0 * \left(\frac{1}{\alpha}\right)^{gamma}$$

[0082] 其中, BL_0 为直接计算出来的背光调整系数, BL_{DBL} 为考虑 Gamma 影响之后的背光调整系数; $\left(\frac{1}{\alpha}\right)^{gamma}$ 的计算采用查表法, 或是使用曲线拟合的方法; 计算的速率可以取输入图像的帧频率相同值。

[0083] 参见图 1, 大多数情况下, 背光调整的速率与输入数据的帧频率相同。输入一帧数据经过负载分析, 判定出当前图像的有效负载的值, 就是 LCD 最终输出能够达到的最大的值, 即能满足当前帧显示的背光的最低值。该有效负载经过自适应平滑滤波, 得到图像亮度阈值 XTK。平滑的 XTK 作为调整背光和数据的基本出发点, 调整后的背光与 XTK 成正比, 调整后的数据与 XTK 成反比。调整背光时, 加入 LCD 屏的 Gamma 补偿的影响考虑, 把背光值转化为一个脉宽调制 PWM 信号, 进而调整背光亮度。根据 XTK, 可以对输入数据进行相应的扩展, 输出的数据送到 LCD 的数据输入端。这样, 当动态图像负载较低时, 就可以降低背光的同时增大 LCD 数据, 以在保证 LCD 输出亮度基本不变的前提下节省功耗。此外, 由于背光亮度会动态变化和数据的动态范围变大时的 LCD 的动态对比度会有所增加, 从而带来显示效果的增强。

[0084] ● 图像负载分析

[0085] 设当前帧的图像亮度阈值为 XTK, 下式为 XTK 的计算过程公式。

$$[0086] \quad XTK = \text{filter}(\text{Peak} * (1 - \text{Per_loss}))$$

[0087] 其中, Peak 为图像的有效峰值, P_loss 为外部输入的最大减损度, 即允许牺牲掉的有效峰值的比例。它们计算的结果经过时间均匀化, 就得到当前的图像负载。

[0088] 在一个实例中, 输入图像为 RGB 数据格式, 在小屏幕 LCD 系统中, 6bit 较为常见。对于 RGB 像素, 可以用两种方式定义它的亮度: 一种为 Y 分量, 另一种为 RGB 中的最大值。在动态背光的应用环境下, 根据 Y 分量来动态调节背光大小会导致色偏或色饱和。因此, 选择 RGB 的最大值当作像素的亮度。此外, 这种方法更容易实现。

[0089] 一帧数据的最大亮度有效值通过一个粗略直方图和细微峰值找寻算法来确定。粗略直方图和细微峰值找寻算法会产生一个输出值, 两者之间的较小者为数据的最大亮度有效值。

[0090] 参见图 5, 将亮度取值范围在整个区间内分成 NC 份, 例如 $NC = 4$, 即用 2bit 表示亮度。一帧数据分布在这 4 个区间的统计结果为: cnt00, cnt01, cnt10, cnt11。用户可以输入一个阈值。从亮度值的高处往低处, 统计值超过阈值的最大的粗条亮度值就是粗略直方图的输出结果。

[0091] 参见图 6, 在细微峰值找寻算法中, 亮度区间被分成 NF 份, 例如 $NF = 8$, 即用 3bit 表示亮度。找出一帧中最大的 M (例如 $M = 3$) 个值以及它们的统计结果。用户可以设定阈

值,找出 M 个最大值当中统计结果大于阈值的最大的亮度值,该值就是细微峰值寻找算法的输出结果。如果这 M 个值的统计结果均小于阈值,则 M 个其中的最小值减 1 就是输出。

[0092] 找到有效的 Peak 值后,意味着大于 Peak 的值可以被牺牲(输出饱和)。为了增加设计的灵活性,可以对有效 Peak 值以下的一些值也做相应的牺牲,以达到增加节省功耗力度的目的。

[0093] 定义一个变量代表 Peak 周围值的像素统计 cnt_sum,它表示该帧图像在 Peak 周围亮度的统计数量。决定衰减幅度的流程如下图 7 所示。统计 Peak 周围数量的方法可以使用粗略直方图或者更精细的直方图统计;图 7 中采用粗直方图的方式。查看 Peak 所处的粗直方图中的具体位置,例如,将 Peak 所处的粗直方图对应的分量分成 4 个等份,查看 Peak 在这 4 个等分中的哪一部分。如果 Peak 在中间的两份,则该直方图分量的全部统计都纳入 Peak 周围的像素统计;如果在 Peak 在靠边的两份,则 Peak 周围的像素统计为该直方图分量的一半。衰减因子可以与 Peak 周围的统计数量成递减关系。也就是说,Peak 周围数量越多,牺牲掉的亮度就越小;反之越大。图 7 中给出了一个确定衰减因子的例子。设定两个阈值 TH1 和 TH2,且 $TH1 < TH2$ 。如果 Peak 附近统计结果小于 TH1,则采用较大的衰减因子;如果 Peak 附近统计结果在 TH1 和 TH2 之间,则采用较小的衰减因子;如果 Peak 附近统计结果大于 TH2,则不衰减。最终,图像的有效负载 $dth = Peak(1 - per_loss)$ 。

[0094] ●时间平滑

[0095] 有效负载 dth 经过滤波得到图像亮度阈值 XTK。

[0096] 当整体图像负载变化不大时,如果背光随负载抖动,显示效果会有“闪烁”的感觉。当整体图像负载变化很大时,如果背光变化跟不上负载变化,显示效果会失真。为了能够适应图像负载随时间的各种变化情况,采用自适应滤波方式来调整更新背光和数据。

[0097] 滤波器可以为一阶低通滤波器,传输函数如下:

$$[0098] \quad H(z) = \frac{TAV}{1 - (1 - TAV)z^{-1}}$$

[0099] 在自适应模式下,根据当前帧的直方图统计结果和上一帧的直方图统计结果做比较。例如, TAV 可以与前后帧数据的直方图向量的差的绝对值之和成正比,公式表示如下:

$$[0100] \quad TAV = k * \sum_i |HIST_n(i) - HIST_{n-1}(i)|$$

[0101] 其中, $HIST_n(i)$ 为在第 n 帧数据亮度值 i 上的统计结果, k 为比例系数,其值越小,滤波器的时间常数越长,背光越稳定。注意, TAV 的结果应满足在 0 ~ 1 之间。

[0102] ●防止等高线

[0103] 多个连续的输入数据,由于只有 6bit 的精度,因而扩展之后可能会出现数据之间不等间隔的情况,从图像上看,就可能产生等高线。如图 4 所示。在 α 在输出一栏,丢失了 41、45、50 这三个数。这样一来,输出图像的灰阶或色阶就不再均匀。

[0104] 使用一种伪随机打散算法(Dither)来解决这一问题。当 α 是一个大于 1 的小数时,对于连续的输入数值,乘积小数进行整数化时,无论整数截取还是四舍五入,都有机会跳跃一个整数。例如,采用采用整数截取, $33 * 1.3 = 42.9 \Rightarrow 42$; $34 * 1.3 = 44.2 \Rightarrow 44$ 。33 被跳了过去。在这种情况下,应该设法以一定概率把 42 和 44 变为 43。在一个实例中,采用如下原则:对于相等数量的 33 和 34,产生相等数量的 42, 43, 44。具体算法见下面的描述,这段算法针对整数截取的情况;对于四舍五入的情况,做相应的改动即可。

[0105] im_frac 为 $x_{in} * \alpha$ 的小数部分, coeff_inte 为 α 的整数部分, coeff_frac 为 α 的小数部分。当计算数据的同时统计 im_frac 小于 coeff_frac 的数目 M1 和 im_frac + coeff_frac 大于等于 1 的数目 M2。针对统计量 M1, 以固定概率或变化概率, $x_{in} * \alpha$ 的结果减去 coeff_inte 作为输出; 针对统计量 M2, 以固定概率或变化概率, $x_{in} * \alpha$ 的结果加上 coeff_inte 作为输出。这样, 计算误差就会被均匀打散, 从而在实际画面上看不存在“等高线”。

[0106] ● Gamma 补偿的影响和处理

[0107] 为了使输出灰度(色彩)与输入数据成线性关系, LCD 显示系统常常伴随着 GAMMA 调整。

[0108] 设 LCD 输出的物理亮度 $L = LCD_IN * BL$, 其中 LCD_IN 为 LCD 的数据输入, BL 为 LCD 的背光亮度。LCD 的数据输入经过 Gamma 指数因子补偿, 即

[0109] $LCD_IN = (x_{out_ana})^{\gamma} \propto x_{out}^{\gamma}$

[0110] 其中, x_{out_ana} 为 LCD 驱动电路的模拟输出, x_{out} 时产生该模拟输出的数字量。

[0111] 使用动态背光与不使用动态背光, LCD 的输出分别为:

[0112] $L_0 = LCD_IN_0 * BL_0$, $L_{DBL} = LCD_IN_{DBL} * BL_{DBL}$

[0113] 为了使动态背光的效果与原来固定背光的最终效果相同, 目标是 $L_0 = L_{DBL}$, 因此

[0114]
$$\frac{BL_{DBL}}{BL_0} = \frac{LCD_IN_0}{LCD_IN_{DBL}} = \left(\frac{x_{out_0}}{x_{out_{DBL}}} \right)^{\gamma} = \left(\frac{x_{in}}{x_{in} * \alpha} \right)^{\gamma} = \left(\frac{1}{\alpha} \right)^{\gamma}$$

[0115] 因此, $BL_{DBL} = BL_0 * \left(\frac{1}{\alpha} \right)^{\gamma}$

[0116] $\left(\frac{1}{\alpha} \right)^{\gamma}$ 的计算采用查表法, 或是使用曲线拟合的方法。通常情况下, 计算的速率可以与输入图像的帧频率相同(是一个很慢的速率, 如 30Hz)。

[0117] 上述实现过程为本发明优选实现过程, 本领域的技术人员在本发明的基础上进行的通常变化和替换包含在本发明的保护范围之内。

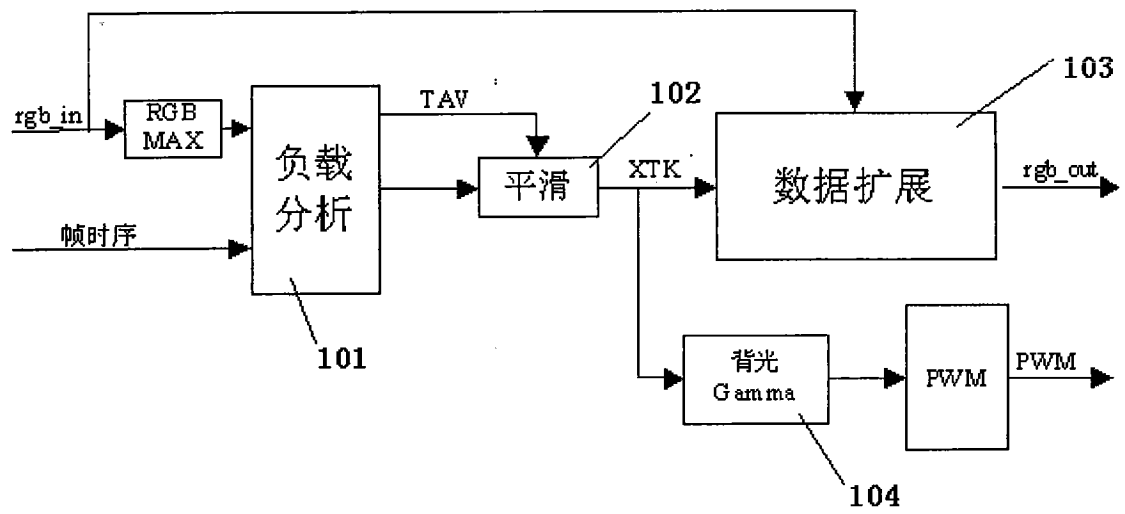


图 1

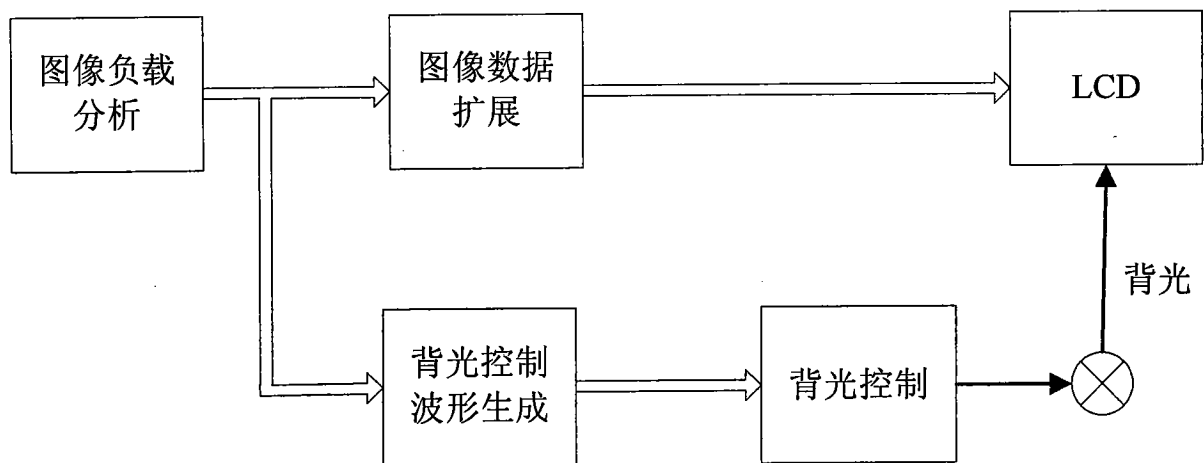


图 2

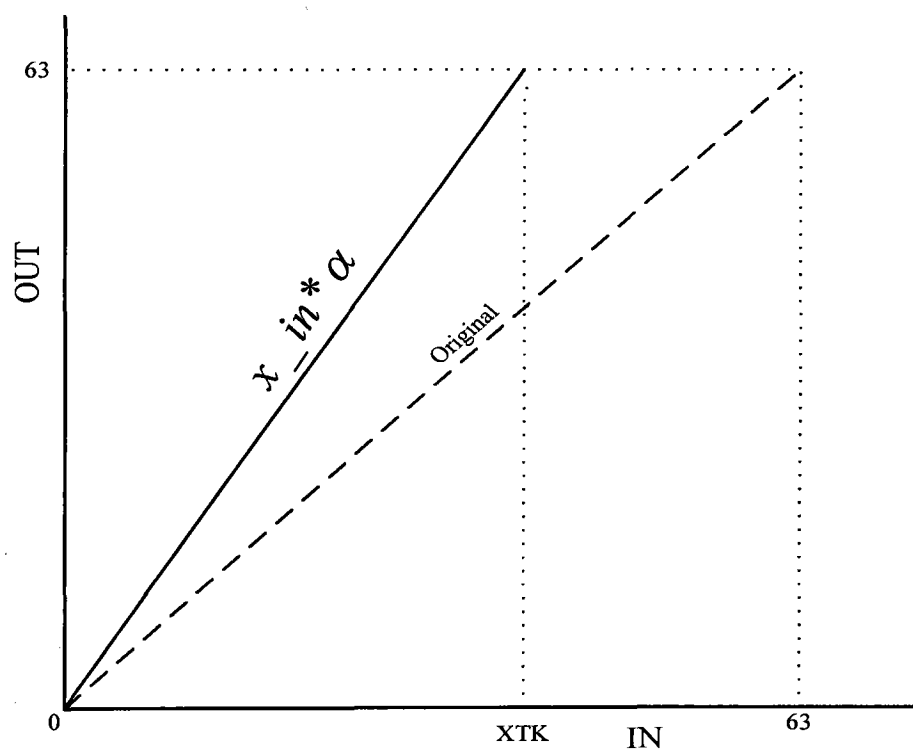


图 3

输入 (x_in)	输出 (x_in * α)
30	39
31	40
32	41
33	42
34	44
35	45
36	46
37	48
38	49
39	50

图 4

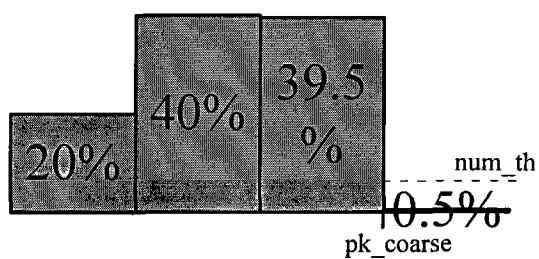


图 5

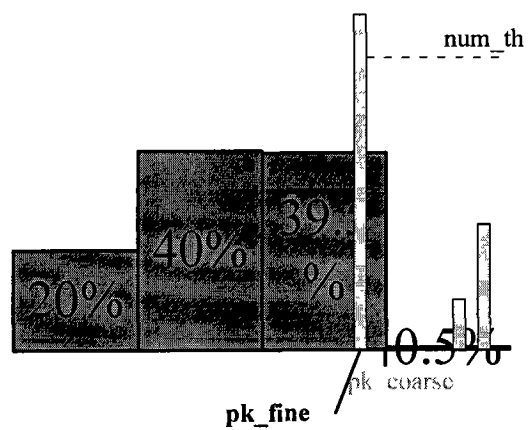


图 6

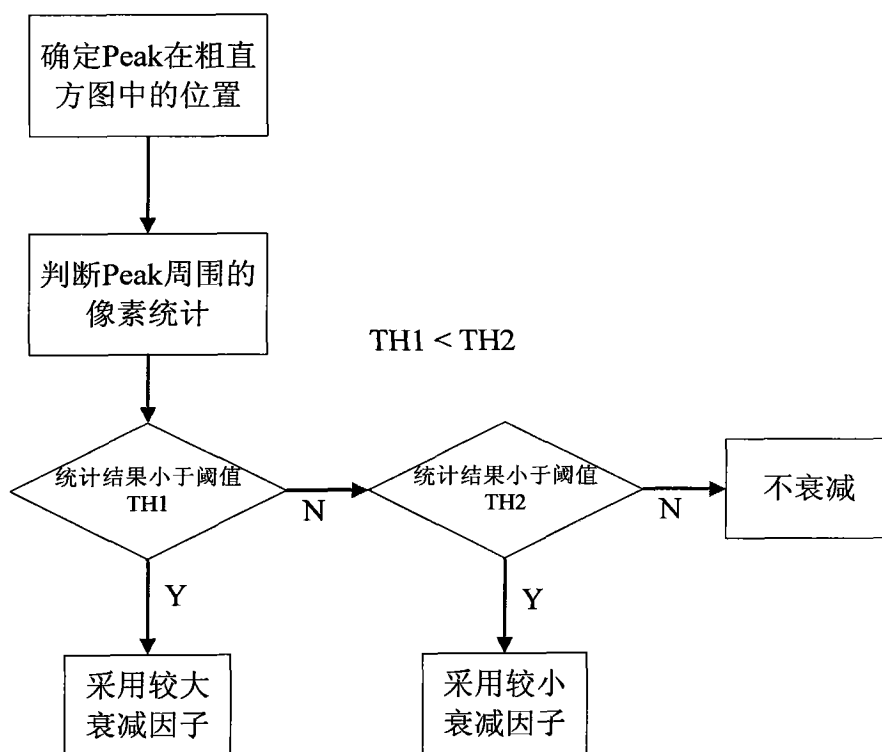


图 7

专利名称(译)	根据显示内容动态调整小屏LCD背光亮度的方法		
公开(公告)号	CN101763830A	公开(公告)日	2010-06-30
申请号	CN200910105206.X	申请日	2009-01-19
[标]发明人	张靖恺 梁丕树		
发明人	张靖恺 梁丕树		
IPC分类号	G09G3/36 G09G3/34 G09G5/10		
其他公开文献	CN101763830B		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

一种根据显示内容动态调整小屏LCD背光亮度的方法，系根据显示负载的变化调整小屏LCD背光亮度，从而在保证显示效果的前提下最大限度地降低LCD背光亮度，以节约用电，其特征在于还包括如下步骤：依次输入每一帧图像数据，背光调整的速率与输入数据的帧频率相同；做自适应的图像负载分析(101)；用自适应的时间平均滤波器(102)处理背光调整速度；进行伪随机打散运算，在统计上消除数据扩展(103)时的不均匀性；在背光上处理Gamma补偿(104)的影响，使用简单和低速计算消除Gamma补偿带来的结果偏差。本发明的有益效果在于：一种相对低成本的动态背光方案，并且赋予了图像负载分析和背光调整的动态自适应性，同时解决了“等高线”和Gamma指数补偿会消耗很大的资源的问题。

