

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl⁷

G03B 7/08

G03B 7/00

H04N 5/225



[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 200410102536.0

[43] 公开日 2005 年 6 月 29 日

[11] 公开号 CN 1632688A

[22] 申请日 2004.12.24

[21] 申请号 200410102536.0

[71] 申请人 北京中星微电子有限公司

地址 100083 北京市海淀区学院路 35 号世宁大厦 15 层

[72] 发明人 游明琦 刘 勇

[74] 专利代理机构 北京同达信恒知识产权代理有限公司

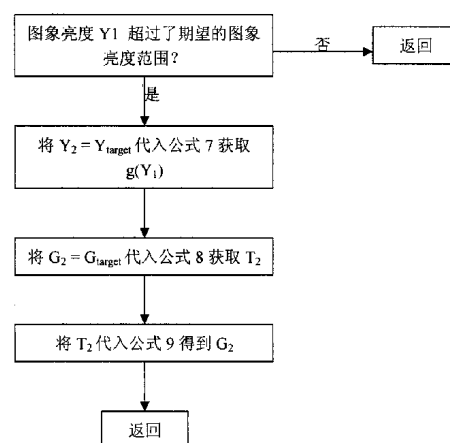
代理人 黄志华

权利要求书 2 页 说明书 8 页 附图 2 页

[54] 发明名称 一种自动曝光实现方法

[57] 摘要

本发明有关一种自动曝光实现方法，包括：A. 判断当前图像亮度值是否位于设定的期望图像亮度值阈值内，若是，则成像器以当前图像的曝光时间和电子增益值实现曝光；继续步骤 B. 根据当前图像亮度值、曝光时间和电子增益值，期望图像亮度值和成像器所能获取的最高图像亮度值，确定出一参数值，使调整后的图像曝光时间和调整后的电子增益值的乘积等于该参数值；步骤 C. 先将调整后的电子增益值设为期望的电子增益值，计算出调整后的图像曝光时间；再将计算出的图像曝光时间取整，计算出调整后的电子增益值；步骤 D. 成像器以调整后的图像曝光时间和调整后的电子增益值实现曝光。采用本发明方法能实现快速自动曝光。



1、一种自动曝光实现方法，其特征在于包括下列步骤：

步骤 A、判断当前图像亮度值是否位于设定的期望图像亮度值阈值内，若是，则成像器以当前图像的曝光时间和电子增益值实现曝光；否则，继续下列
5 步骤；

步骤 B、根据当前图像亮度值、曝光时间和电子增益值，期望图像亮度值和成像器所能获取的最高图像亮度值，确定出一参数值，使调整后的图像曝光时间和调整后的电子增益值的乘积等于该参数值；

步骤 C、先将调整后的电子增益值设为期望的电子增益值，计算出调整后
10 的图像曝光时间；再将计算出的图像曝光时间取整，计算出调整后的电子增益值；

步骤 D、成像器以调整后的图像曝光时间和调整后的电子增益值实现曝光。

2、如权利要求 1 所述的自动曝光实现方法，其特征在于：所述步骤 B 中确定出参数值包括下列步骤：

15 步骤 B1、使图像的曝光时间、电子增益和亮度值满足如下关系式：

$$Y = M(1 - e^{-\frac{K(G)x}{M}}) \quad \text{公式 (1)}$$

式中

Y：表示成像器获取的图象亮度值；

M：表示成像器所能获取的最高图象亮度值；

20 K：表示曝光时间为 1 个单位时间，这是曝光时间的最小步长时，成像器获取的图象亮度；

G：表示电子增益；

x：表示曝光时间；

步骤 B2：设当前图像的曝光时间为 T1，电子增益为 G1，亮度值为 Y1；调
25 整后图像的曝光时间为 T2，电子增益为 G2，亮度值为 Y2；根据上述公式 (1)，

可以得到:

$$\frac{\ln(M - Y_1) - \ln(M)}{\ln(M - Y_2) - \ln(M)} = \frac{G_1 T_1}{G_2 T_2} \quad \text{公式 (2)}$$

步骤 B3: 将调整后的图像亮度值 Y2 设为期望图像亮度值 Y_{target} , 代入上述公式 (2), 计算出参数值 C:

5

$$C = G_1 * T_1 * \frac{\ln(M - Y_{\text{target}}) - \ln(M)}{\ln(M - Y_1) - \ln(M)}。$$

3、如权利要求 2 所述的自动曝光实现方法, 其特征在于: 所述期望的图像亮度值取值为图象最高亮度的 1/2, 其最佳阈值取值为图象最高亮度的 1/16。

4、如权利要求 2 所述的自动曝光实现方法, 其特征在于: 所述期望的电子增益值最佳取值为 1 倍增益。

10 5、如权利要求 2 所述的自动曝光实现方法, 其特征在于: 所述图像曝光时间的取整方法为四舍五入法。

一种自动曝光实现方法

技术领域

本发明涉及摄影技术，尤指一种自动曝光实现方法。

5

背景技术

随着科技的发展，数码相机，可拍照手机等高科技产品步入了人们的生活中，这些产品的一个非常重要的功能就是自动曝光功能。自动曝光功能就是根据当前环境照度调节成像器（sensor）的曝光时间和电子增益，以期获得最好的曝光效果。

10

虽然各个 CMOS 成像器生产商所采用的技术和材料都不太一样，但其基本结构大致相同，都包括有如下部分：

滤光片：采集三基色入射光；

光电二极管：将光能转换为电子；

15 电荷/电压转换器：产生电压信号；

放大器：对电压信号进行放大。

由于不同型号成像器在以上的各个部分都有差别，因此我们不能做出全面的分析。以三星（Samsung）公司的成像器 hynix7131gp 为例，统计出其曝光时间和曝光程度的关系如图 1 所示。图中的三条曲线分别表示电子增益 Gain1=0x50、Gain2=0x40、Gain3=0x60 的情况下，图像的曝光时间和曝光程度的关系曲线，该曲线是根据不同的曝光时间和对应的曝光程度值得到若干个

20

从图中可以看出，曝光时间增加，图像的曝光程度也在增加；但当曝光时间较长时，曝光时间的增加量相比相同增加量在曝光时间较短的情况下对成像器曝光程度的贡献越小。

25

现有技术中实现自动曝光功能有如下两种方法。

方法一：逼近法

要实现自动曝光功能，产品所包含的系统都必须能提供反映当前曝光程度的一个标量值，这个值是实现自动曝光功能的基础，一般都是用图象的亮度来表示曝光程度。

如图 2 所示，亮度被划分为两个区域或三个区域， Y_{target} 指用户或系统设定的目标图像亮度， $Y_{current}$ 表示当前的图像亮度； $Y_{target-Lock}$ 和 $Y_{target+Lock}$ 之间的区域称为锁定区域，如果当前图像亮度 $Y_{current}$ 在这个区域内，则认为成像器的曝光时间和电子增益不需要调整。小于 $Y_{target-Unlock}$ 或大于 $Y_{target+Unlock}$ 的区域称为失锁区域，如果当前图像亮度 $Y_{current}$ 在这两个区域内，则认为成像器的曝光时间和电子增益需要调整。

($Y_{target-Unlock}$, $Y_{target-Lock}$)区域和($Y_{target+Lock}$, $Y_{target+Unlock}$)区域称为过渡区域，当 $Y_{current}$ 从锁定区域进入区域时，系统仍然认为当前图像仍然是锁定状态，系统不做调整，但当 $Y_{current}$ 是从失锁区域进入过渡区域，系统认为当前图像仍然需要进行增益或曝光时间调节，其处理过程与失锁区域内的处理过程一样，设置过渡区域的目的是为了减少调整曝光时间和电子增益的次数。

自动曝光功能就是要针对当前图像亮度位于失锁区域时，调整其电子增益和曝光时间，使调整后的图像亮度位于锁定区域。例如：如果当前 $Y_{current} < Y_{target}$ ，就将电子增益增加 1 个单位如果电子增益已经被调整到最大后，则将曝光时间增加 1 个单位，并将电子增益调到最小，如此反复，直到调整后获得的 $Y_{current}$ 进入锁定区域为止。

方法二：查表法

查表法其实是对逼近法的一种改进，该方法需要使用一个电子增益调节表，根据输入图象的曝光时间和当前图象的亮度值与目标亮度的差值查表找到需要调整的电子增益的步长，差值越大，步长越大，表中的数据一般都是经验

数据。该方法的具体实现与方法一相似，最主要的区别是电子增益调节的步长有变化，调节速度比方法一快；具体的调节方法，如上所述，如果 $Y_{current} < Y_{target}$ ，需要增大电子增益，当电子增益被调整到最大后，增大曝光时间，同时将电子增益调整到最小，如此反复，直到当前图像亮度进入锁定区域。

5 上述两种现有技术自动曝光方法存在如下缺点：

1、调整速度慢：由于调整方式是电子增益和曝光时间分开调整，而且需要当新的设置生效后继续查询曝光程度以决定是否做下一次调整，因此往往需要调整多次才能使图像亮度值进入锁定区域。

10 2、调整到锁定区域后的设置往往不是最佳设置：由于电子增益并不能增加图像所携带的信息量，也就是说虽然电子增益和曝光时间都能提高图像的整体亮度效果，但只有曝光时间才能真正反映图像所携带的信息量，而逼近法的调整顺序是先调整电子增益，再调整曝光时间，所以当图像亮度进入锁定区域时，电子增益可能非常大或非常小，使图像效果在局部出现失真。如果先调整曝光时间，再调整电子增益，由于曝光时间对图像亮度所产生的变化不是线性
15 关系，很难掌握，很容易使图像出现闪烁现象。

3、对于查表法中使用的表往往都是经验数据，它与成像器的感光特性有很大的关系，具有很大的局限性。

发明内容

20 本发明提供一种快速自动曝光方法，以解决现有技术中自动曝光调整速度慢的问题。

本发明提供的自动曝光实现方法，包括：

步骤 A、判断当前图像亮度值是否位于设定的期望图像亮度值阈值内，若是，则成像器以当前图像的曝光时间和电子增益值实现曝光；否则，继续下列
25 步骤；

步骤 B、根据当前图像亮度值、曝光时间和电子增益值，期望图像亮度值

和成像器所能获取的最高图像亮度值，确定出一参数值，使调整后的图像曝光时间和调整后的电子增益值的乘积等于该参数值；

步骤 C、先将调整后的电子增益值设为期望的电子增益值，计算出调整后的图像曝光时间；再将计算出的图像曝光时间取整，计算出调整后的电子增益值；

步骤 D、成像器以调整后的图像曝光时间和调整后的电子增益值实现曝光。

所述步骤 B 中确定出参数值包括下列步骤：

步骤 B1、使图像的曝光时间、电子增益和亮度值满足如下关系式：

$$Y = M(1 - e^{-\frac{KGx}{M}}) \quad \text{公式 (1)}$$

式中

Y：表示成像器获取的图象亮度值；

M：表示成像器所能获取的最高图象亮度值；

K：表示曝光时间为 1 个单位时间时，成像器获取的图象亮度；

G：表示电子增益；

x：表示曝光时间；

步骤 B2：设当前图像的曝光时间为 T1，电子增益为 G1，亮度值为 Y1；调整后图像的曝光时间为 T2，电子增益为 G2，亮度值为 Y2；根据上述公式 (1)，可以得到：

$$\frac{\ln(M - Y_1) - \ln(M)}{\ln(M - Y_2) - \ln(M)} = \frac{G_1 T_1}{G_2 T_2} \quad \text{公式 (2)}$$

步骤 B3：将调整后的图像亮度值 Y2 设为期望图像亮度值 Y_{target} ，代入上述公式 (2)，计算出参数值 C：

$$C = G_1 * T_1 * \frac{\ln(M - Y_{\text{target}}) - \ln(M)}{\ln(M - Y_1) - \ln(M)}。$$

所述期望的图像亮度值取值为图象最高亮度的 1/2，其最佳阈值取值为图象最高亮度的 1/16。

所述期望的电子增益值最佳取值为 1 倍增益。

所述图像曝光时间的取整方法为四舍五入法。

采用本发明方法能一次逼近准确的曝光时间和电子增益，实现快速自动曝光。

5 附图说明

图 1 为曝光时间和曝光程度的关系坐标图；

图 2 为现有技术中逼近法调整示意图；

图 3 为入射光与曝光度关系示意图；

图 4 为本发明方法流程图。

10

具体实施方式

参见图 3，为入射光与曝光度关系示意图。由图可见，入射光经过成像器后得到放大的电压信号，该放大的电压信号与入射光的强度成线性关系。当环境没有改变时，如何确定出一个合适的曝光度，使得到的图像亮度逼近期望的亮度值，这是本发明所要解决的问题。也就是说，需要确定出一个电压转换为曝光度的数学模型，使转换后的曝光度满足图像亮度的要求。

15

本发明用如下的数学模型关系式来描述电子增益、曝光时间和成像器获取的图象亮度之间的关系：

$$Y = M(1 - e^{-\frac{KGX}{M}}) \quad \text{公式 1} ;$$

20

Y：表示成像器获取的图象亮度；

M：表示成像器所能获取的最高图象亮度，这是一个量化的值，不同的成像器可以有不同的取值；

K：表示曝光时间为 1 个单位时间时，成像器获取的图象亮度；

X：表示曝光时间；

25

G：表示电子增益。

下表一为使用上述关系式计算得到的图像亮度值和测试结果对照表：

表一:

曝光时间		1	2	3	4	5	6	7	8	9
第一次	测试结果	33	67	90	110	128	143	157	169	180
	模型值	33	62	91	111	129	144	157	170	180
第二次	测试结果	30	62	86	105	121	134	146	156	166
	模型值	30	56	85	106	123	137	148	159	168
第三次	测试结果	37	73	99	118	133	146	159	172	183
	模型值	37	69	99	122	138	151	162	173	184

从上表可以看出上述数学模型非常好的逼近测试结果。

根据公式 1 有:

5

$$M - Y = Me^{\frac{KGx}{M}}$$

公式 2

两边取自然对数, 有:

$$\ln(M - Y) - \ln(M) = \frac{KGx}{M}$$

公式 3

假设当前图像亮度 Y1, 曝光时间为 T1, 电子增益为 G1; 调整后的图象亮度为 Y2, 曝光时间为 T2, 电子增益为 G2;

10

代入公式 3, 有:

$$\ln(M - Y_1) - \ln(M) = \frac{KG_1T_1}{M}$$

公式 4

$$\ln(M - Y_2) - \ln(M) = \frac{KG_2T_2}{M}$$

公式 5

公式 4 除以公式 5, 有:

$$\frac{\ln(M - Y_1) - \ln(M)}{\ln(M - Y_2) - \ln(M)} = \frac{G_1T_1}{G_2T_2}$$

公式 6

15

令:

$$g(Y_1) = \frac{\ln(M - Y_1) - \ln(M)}{\ln(M - Y_2) - \ln(M)}$$

公式 7

则有:

$$T_2 = \frac{G_1 * T_1}{g(Y_1) * G_2}$$

公式 8

$$G_2 = \frac{G_1 * T_1}{g(Y_1) * T_2} \quad \text{公式 9}$$

自动曝光的目的就是：

已知， T_1 ， G_1 ， Y_1 ，

求出 T_2 ， G_2 满足 Y_2 在图像亮度期望值（ Y_{target} ）的一定阈值范围内。

5 假设期望的图象亮度范围为 $[Y_{\text{target}} - \text{Threshold}, Y_{\text{target}} + \text{Threshold}]$ ，其中 Threshold 表示阈值范围；期望电子增益为 G_{target} ；根据上述推导出来的数学公式，本发明的快速自动曝光方法流程如图 4 所示，包括如下步骤：

步骤一：判断当前图像亮度值是否位于设定的期望图像亮度值阈值内，若是，则不需要启动进行电子增益和曝光时间调整过程，成像器以当前图像的曝光时间和电子增益值实现曝光；否则，继续下列步骤；

步骤二：将 $Y_2 = Y_{\text{target}}$ 代入公式 7 计算出 $g(Y_1)$ ；

步骤三：将 $G_2 = G_{\text{target}}$ 代入公式 8 计算出 T_2 ；

步骤四：将 T_2 取整代入公式 9 计算出 G_2 。

成像器以计算出的图像的曝光时间 T_2 和电子增益值 G_2 实现曝光。

15 由于电子增益 G_2 不能增加成像器获取图像的信息，因此 G_2 的取值不能太大，一般应该在 1-2 之间。

由于数字电路设计的需要，正如前面说明中提到的 T ， G ， Y 的关系， T_2 ， G_2 的取值会存在量化误差，所以需要执行步骤三和步骤四，对计算结果进行回代。

20 上述期望的图像亮度值一般取值为最大亮度值的 $1/2$ ，其最佳阈值取值为 $1/16$ 。

上述期望的电子增益值最佳取值为一倍增益。

所述图像曝光时间的取整方法为四舍五入法。

由以上描述可知，采用本发明的方法只需要一次调整就能逼近准确的曝光时间和电子增益，因此，本发明能够实现快速自动曝光。

另外，由上述公式 8 进行一下变形，可以得到：曝光时间 T_2 和电子增益值

G_2 的乘积等于一参数值 C :

$$C = G_1 * T_1 * \frac{\ln(M - Y_{\text{target}}) - \ln(M)}{\ln(M - Y_1) - \ln(M)};$$

也就是说,当设定调整后的图像亮度值为期望的亮度值后,需要求取的曝光时间 T_2 和电子增益值 G_2 成反比例函数关系。本发明公开的 C 值求取方法是根
5 据当前图像亮度值、曝光时间和电子增益值,期望图像亮度值和成像器所能获取的最高图像亮度值来确定的。

以上所述,仅为本发明较佳的具体实施方式,但本发明的保护范围并不局限于此,任何熟悉本技术领域的技术人员在本发明揭露的技术范围内,可轻易想到的变化或替换,都应涵盖在本发明的保护范围之内。因此,本发明的保护
10 范围应该以权利要求书的保护范围为准。

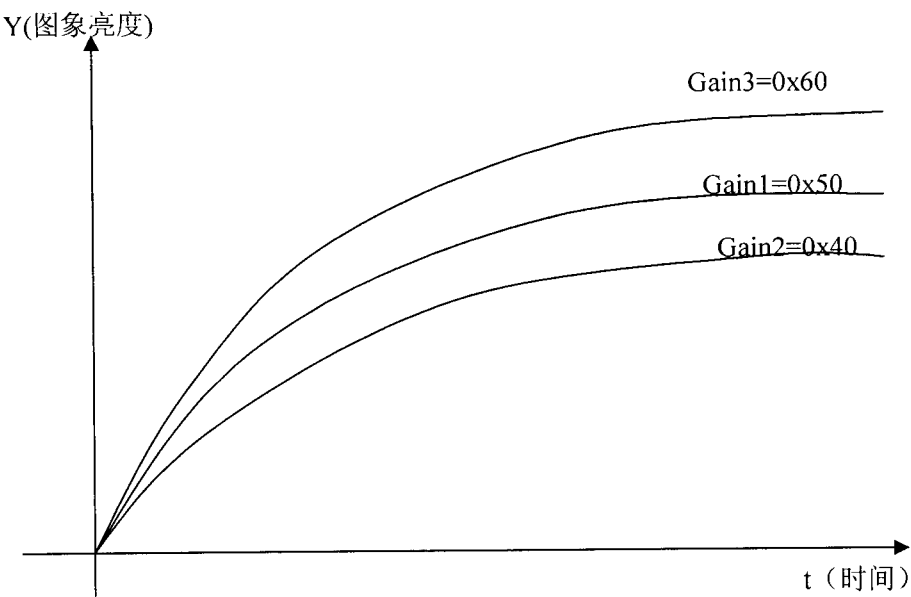


图 1

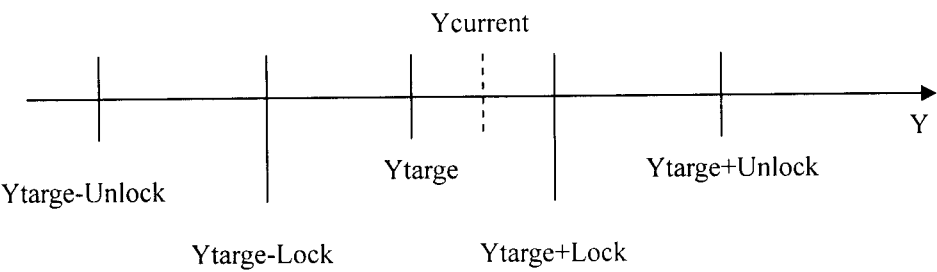


图 2

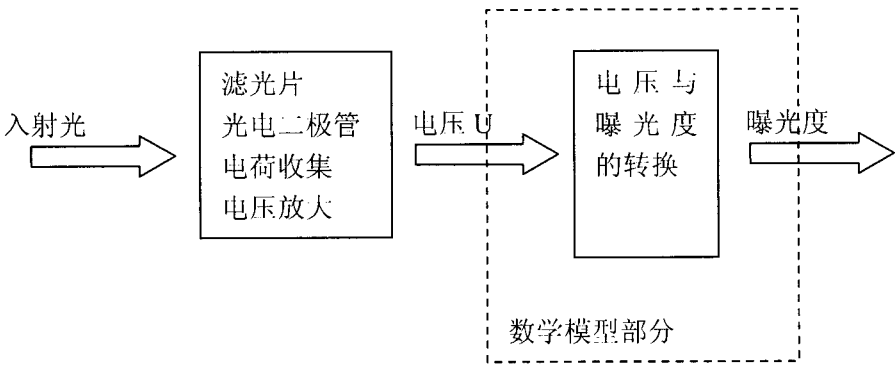


图 3

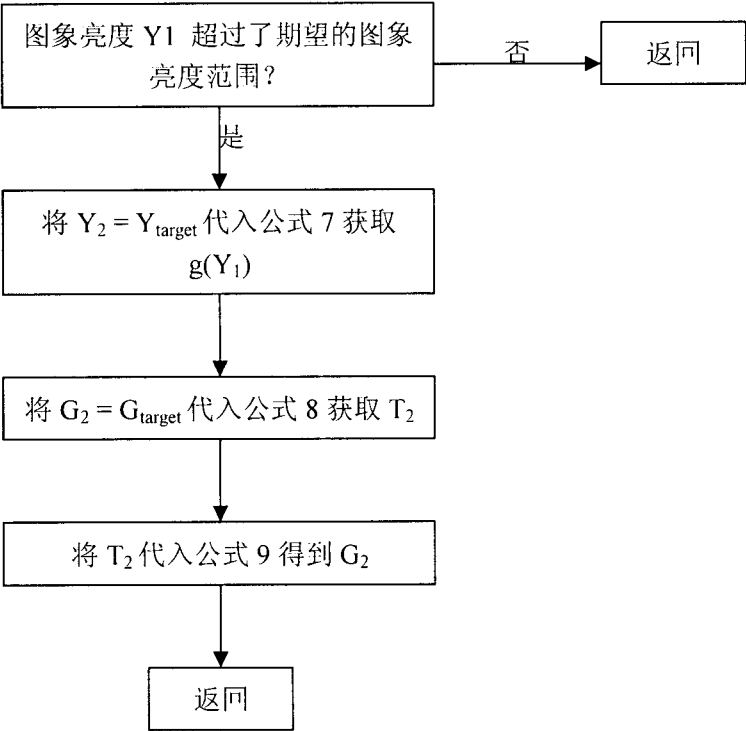


图 4