

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

H04N 5/243 (2006.01)

H04N 5/235 (2006.01)



[12] 发明专利申请公布说明书

[21] 申请号 200710046386.X

[43] 公开日 2009年4月1日

[11] 公开号 CN 101399924A

[22] 申请日 2007.9.25

[21] 申请号 200710046386.X

[71] 申请人 展讯通信(上海)有限公司

地址 201203 上海市张江祖冲之路2288弄展讯中心1号楼

[72] 发明人 冯晓光 罗小伟 林福辉

[74] 专利代理机构 上海新天专利代理有限公司

代理人 王敏杰

权利要求书4页 说明书8页 附图2页

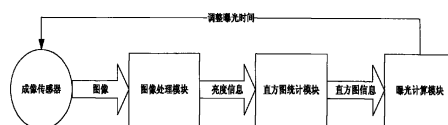
[54] 发明名称

基于亮度直方图的自动曝光方法和装置

[57] 摘要

一种基于亮度直方图的自动曝光方法，包括如下步骤：(1)将输入图像分为 $N * N$ 个图像块；(2)计算平均亮度；(3)计算统计直方图；(4)将亮度直方图分为三个区域；(5)将欠曝光区域分为 m 个子区域(6)将过曝光区域分为 n 个子区域(7)对于 $N * N$ 个平均亮度值，判断每个平均亮度值是否落在欠曝光区域或过曝光区域的各子区域中；(8)计算过曝光值；(9)计算欠曝光值；(10)调整曝光时间。

一种为实施上述自动曝光方法的自动曝光装置包括成像传感器、图像处理模块、直方图统计模块和曝光计算模块。本发明能够在不同亮度和对比度条件下得到更快速、更准确的自动曝光调整。



1、一种基于亮度直方图的自动曝光方法，其特征在于该方法包括如下步骤：

- (1) 图像处理模块将输入图像分为 $N*N$ 个图像块；
- (2) 图像处理模块计算每个图像块的平均亮度，即对每个图像块中的所有像素点的亮度值取平均，得到 $N*N$ 个平均亮度值；
- (3) 图像处理模块计算所有 $N*N$ 个平均亮度值的统计直方图；
- (4) 图像处理模块将亮度直方图分为三个区域：欠曝光区域、正常曝光区域和过曝光区域，亮度值小于 $T1$ 的为欠曝光区域，亮度值大于 $T2$ 的为过曝光区域，亮度值在 $T1$ 和 $T2$ 之间的为正常曝光区域；
- (5) 图像处理模块将欠曝光区域分为 m 个子区域，对于不同子区域分配不同的权重值，亮度越低，权重越大；
- (6) 图像处理模块将过曝光区域分为 n 个子区域，对于不同子区域分配不同的权重值，亮度越高，权重越大；
- (7) 图像处理模块对于 $N*N$ 个平均亮度值，判断每个平均亮度值是否落在欠曝光区域或过曝光区域的各子区域中，如果某个平均亮度值落在某个欠曝光/过曝光子区域中，则将该子区域的计数值加 1；
- (8) 直方图统计模块计算图像的过曝光值为各过曝光子区域的计数值的加权求和值，权重为各子区域所分配的权重值：

$$Over_value = \sum_{i=1-n} W_{oi} * Overblock_count_i$$

式中 $Over_value$ 为过曝光值， W_{oi} 为第 i 个区域的过曝光计算权重， $Overblock_count_i$ 为第 i 个区域的过曝光计数值；

(9) 直方图统计模块计算图像的欠曝光值为各欠曝光子区域的计数值的加权求和值，权重为各子区域所分配的权重值：

$$Under_value = \sum_{i=1 \sim m} W_{ui} * Underblock_count_i$$

式中 $Under_value$ 为欠曝光值， W_{ui} 为第 i 个区域的欠曝光计算权重， $Underblock_count_i$ 为第 i 个区域的欠曝光计数值；

(10) 曝光计算模块根据过曝光值 $Over_value$ 和欠曝光值 $Under_value$ 判断曝光时间调整的方向和调整的步长：

步骤 (10.1)：首先判断 $Over_value$ 是否大于某阈值 O_T1 ，如果是，则认为图像为过曝光，需要降低曝光时间，转步骤 (10.2)；
如果否，转步骤 (10.3)；

步骤 (10.2)：进一步判断 $Over_value$ 是否大于另一阈值 O_T2 ， $O_T2 > O_T1$ ，如果是，则以大步长降低曝光时间，否则，以小步长降低曝光时间，转步骤 (10.5)；

步骤 (10.3)：如果 $Over_value$ 小于 O_T1 ，认为图像没有过曝光，则进一步判断图像是否欠曝光，判断的依据为 $Under_value$ 大于某阈值 U_T1 ，同时 $Over_value$ 小于某个较小的阈值 O_T3 ， $O_T3 < O_T1$ ，如果以上条件成立，则认为图像为欠曝光，需要增加曝光时间，转步骤 (10.4)；如果以上条件不成立，转步骤 (10.5)；

步骤 (10.4)：进一步判断 $Under_value$ 是否大于另一阈值 U_T2 ， $U_T2 > U_T1$ ，如果是，则以大步长增加曝光时间，否则，以小步长增加曝光时间；

步骤 (10.5): 如果过曝光和欠曝光的条件均不成立, 则认为图像已达到正确曝光, 无需调整曝光时间;

步骤 (10.6): 结束本次调整。

2、根据权利要求 1 所述的基于亮度直方图的自动曝光方法, 其特征在于所述的 $N*N$ 个图像块, $N=8$ 。

3、根据权利要求 1 所述的基于亮度直方图的自动曝光方法, 其特征在于 $T1=80, T2=160$ 。

4、根据权利要求 1 所述的基于亮度直方图的自动曝光方法, 其特征在于 $Wu1=1.5, Wu2=1.2, Wu3=1$ 。

5、根据权利要求 1 所述的基于亮度直方图的自动曝光方法, 其特征在于 $Wo1=1, Wo2=1.2, Wo3=1.5$ 。

6、根据权利要求 1 所述的基于亮度直方图的自动曝光方法, 其特征在于所述步骤 (10) 中的大步长设置为 $[(Exp_max-Exp_min)/4]/Exp_step$, 小步长设置为 $2*Exp_step$, 其中 Exp_min 是成像传感器的最小曝光时间, Exp_max 是最大曝光时间, Exp_step 是曝光时间调整的最小精度。

7、一种为实施权利要求 1 所述自动曝光方法的自动曝光装置, 其特征在于该自动曝光装置包括成像传感器、图像处理模块、直方图统计模块和曝光计算模块, 所述成像传感器输出图像给所述图像处理模块, 该图像处理模块将该输入图像分割为 $N*N$ 个图像块, 并对每个图像块中的所有像素点计算平均亮度, 并将该亮度信息输出给所述直方图统计模块, 该直方图统计模块对各个图像块的平均亮度做直方图统计, 并将直方图统计结果输出给所述曝光计算模块, 该曝光计算模块根据输入的直

方图信息判断曝光调整的方向并计算调整的步长,并将该调整方向和步长输出给所述成像传感器。

基于亮度直方图的自动曝光方法和装置

技术领域

本发明涉及数码摄像装置的自动曝光控制领域,特别是一种基于亮度直方图的自动曝光方法和装置。

背景技术

自动曝光的主要功能是通过调节数码相机成像传感器(imaging sensor)的曝光时间来控制拍摄图像的亮度。

自动曝光对输出图像的质量影响非常大。自动曝光的目标是拍摄的图像暗部细节不丢失,亮部不过曝,同时平均亮度适合人眼观看。

大多数传统的自动曝光方法根据所摄图像按区域加权平均亮度值来搜索最佳曝光时间和增益。这种方法的缺点在于将图像信息过度简化,在图像对比度较高时效果不佳。

自动曝光搜索的步长会影响搜索速度和搜索稳定性之间的权衡关系。曝光时间调整步长过小会增加搜索次数,导致降低搜索速度;而如果曝光时间调整步长过长可能造成搜索无法收敛,在最佳曝光点左右摇摆不稳定的现象。现有的自动曝光方法多数不能根据不同场景的亮度情况动态的调整搜索步长。

发明内容

本发明为克服上述已有技术的缺点,目的是提供一种基于亮度直方图的数码相机自动曝光方法和装置。

为实现上述发明目的,本发明的技术方案是:

一种基于亮度直方图的自动曝光方法,其特点是该方法包括如下步骤:

- (1) 图像处理模块将输入图像分为 $N*N$ 个图像块；
- (2) 图像处理模块计算每个图像块的平均亮度，即对每个图像块中的所有像素点的亮度值取平均，得到 $N*N$ 个平均亮度值；
- (3) 图像处理模块计算所有 $N*N$ 个平均亮度值的统计直方图；
- (4) 图像处理模块将亮度直方图分为三个区域：欠曝光区域、正常曝光区域和过曝光区域，亮度值小于 $T1$ 的为欠曝光区域，亮度值大于 $T2$ 的为过曝光区域，亮度值在 $T1$ 和 $T2$ 之间的为正常曝光区域；
- (5) 图像处理模块将欠曝光区域分为 m 个子区域，对于不同子区域分配不同的权重值，亮度越低，权重越大；
- (6) 图像处理模块将过曝光区域分为 n 个子区域，对于不同子区域分配不同的权重值，亮度越高，权重越大；
- (7) 图像处理模块对于 $N*N$ 个平均亮度值，判断每个平均亮度值是否落在欠曝光区域或过曝光区域的各子区域中，如果某个平均亮度值落在某个欠曝光/过曝光子区域中，则将该子区域的计数值加 1；
- (8) 直方图统计模块计算图像的过曝光值为各过曝光子区域的计数值的加权求和值，权重为各子区域所分配的权重值：

$$Over_value = \sum_{i=1 \sim n} W_{o_i} * Overblock_count_i$$

式中 $Over_value$ 为过曝光值， W_{o_i} 为第 i 个区域的过曝光计算权重， $Overblock_count_i$ 为第 i 个区域的过曝光计数值；

- (9) 直方图统计模块计算图像的欠曝光值为各欠曝光子区域的计数值的加权求和值，权重为各子区域所分配的权重值：

$$Under_value = \sum_{i=1 \sim m} W_{u_i} * Underblock_count_i$$

式中 $Under_value$ 为欠曝光值， W_{u_i} 为第 i 个区域的欠曝光计算权重，

Underblock_count i 为第 i 个区域的欠曝光计数值;

(10) 曝光计算模块根据过曝光值 *Over_value* 和欠曝光值 *Under_value* 判断曝光时间调整的方向和调整的步长:

步骤 (10.1): 首先判断 *Over_value* 是否大于某阈值 O_T1 , 如果是, 则认为图像为过曝光, 需要降低曝光时间, 转步骤 (10.2); 如果否, 转步骤 (10.3);

步骤 (10.2): 进一步判断 *Over_value* 是否大于另一阈值 O_T2 , $O_T2 > O_T1$, 如果是, 则以大步长降低曝光时间, 否则, 以小步长降低曝光时间, 转步骤 (10.5);

步骤 (10.3): 如果 *Over_value* 小于 O_T1 , 认为图像没有过曝光, 则进一步判断图像是否欠曝光, 判断的依据为 *Under_value* 大于某阈值 U_T1 , 同时 *Over_value* 小于某个较小的阈值 O_T3 , $O_T3 < O_T1$, 如果以上条件成立, 则认为图像为欠曝光, 需要增加曝光时间, 转步骤 (10.4); 如果以上条件不成立, 转步骤 (10.5);

步骤 (10.4): 进一步判断 *Under_value* 是否大于另一阈值 U_T2 , $U_T2 > U_T1$, 如果是, 则以大步长增加曝光时间, 否则, 以小步长增加曝光时间;

步骤 (10.5): 如果过曝光和欠曝光的条件均不成立, 则认为图像以达到正确曝光, 无需调整曝光时间;

步骤 (10.6): 结束本次调整。

所述的 $N * N$ 个图像块, $N = 8$ 。

所述的 $T1=80$, $T2=160$ 。

所述的 $Wu1=1.5$, $Wu2=1.2$, $Wu3=1$ 。

所述的 $Wo1=1$, $Wo2=1.2$, $Wo3=1.5$ 。

所述步骤(10)中的大步长设置为 $[(Exp_max-Exp_min)/4]/Exp_step$, 小步长设置为 $2*Exp_step$, 其中 Exp_min 是成像传感器的最小曝光时间, Exp_max 是最大曝光时间, Exp_step 是曝光时间调整的最小精度。

一种为实施上述自动曝光方法的自动曝光装置, 其特点是:

该自动曝光装置包括成像传感器、图像处理模块、直方图统计模块和曝光计算模块, 所述成像传感器输出图像给所述图像处理模块, 该图像处理模块将该输入图像分割为 $N*N$ 个图像块, 并对每个图像块中的所有像素点计算平均亮度, 并将该亮度信息输出给所述直方图统计模块, 该直方图统计模块对各个图像块的平均亮度做直方图统计, 并将直方图统计结果输出给所述曝光计算模块, 该曝光计算模块根据输入的直方图信息判断曝光调整的方向并计算调整的步长, 并将该调整方向和步长输出给所述成像传感器。

与现有技术相比, 本发明的有益效果是:

本发明中自动曝光调整步长由亮度直方图的分布决定, 在亮度直方图上距离“目标亮度区域”越远的点, 其权重越大。这样的机制保证了曝光调整步长随曝光程度改变, 达到搜索速度和搜索稳定性之间的平衡。

本发明应用亮度直方图的分布信息可以区分不同的曝光情况, 这些情况是普通的亮度加权平均值所无法区分的。所以本发明可以达到更精确的亮度调整。

本发明中的直方图分区域值、直方图分辨率、权重等均为可调参数, 提高了系统灵活度。

本发明可以快速、准确的调整曝光值。本发明调节曝光值比较稳定，可以有效避免由于不收敛造成的曝光闪烁现象。

附图说明

图 1 是本发明自动曝光方法的流程图。

图 2 是本发明方法对直方图的分区示例图。

图 3 是本发明自动曝光装置的组成示意图。

具体实施方式

下面结合附图与具体实施方式对本发明做进一步详细描述，但不应以此限制本发明的保护范围。

请参阅图 1 和图 2。附图 1 是本发明自动曝光方法的流程图。附图 2 是本发明方法对直方图的分区示例图。

1. 首先，图像处理模块将输入图像分为 $N*N$ 个图像块，例如 $8*8$ 个图像块。
2. 图像处理模块计算每个图像块的平均亮度，即对每个图像块中的所有像素点的亮度值取平均，得到 $N*N$ 个平均亮度值。
3. 图像处理模块计算所有 $N*N$ 个平均亮度值的统计直方图。计算统计直方图的方法属于信号处理的基本方法，简述如下：将图像亮度变化范围分为 M 个梯度，例如对于 8bit 的图像传感器，其亮度变化范围为 0~255，将其分为 $M=16$ 个梯度，则直方图的亮度分辨率为 $256/16=16$ 。对于 $N*N$ 个平均亮度值，判断其亮度值属于哪一级亮度梯度，则将该亮度梯度的计数值加一。遍历所有 $N*N$ 个亮度值以得到所有亮度值的亮度分布直方图信息。

4. 图像处理模块将亮度直方图分为三个区域：欠曝光区域、正常曝光区域和过曝光区域，见附图 2。亮度值小于 T1 的为欠曝光区域，亮度值大于 T2 的为过曝光区域，亮度值在 T1 和 T2 之间的为正常曝光区域。例如：T1=80, T2=160。

5. 图像处理模块将欠曝光区域分为 m 个子区域，见附图 2。例如在本实施例中，将欠曝光区域分为 3 个子区域，分别为：under1, under2, under3。对于不同子区域分配不同的权重值（分别为 Wu1, Wu2, Wu3），亮度越低，权重越大。例如在本实现例中，Wu1>Wu2>Wu3。例如 Wu1=1.5, Wu2=1.2, Wu3=1。

6. 类似的，图像处理模块将过曝光区域分为 n 个子区域。例如在本实施例中，将过曝光区域分为 3 个子区域，分别为：over1, over2, over3。对于不同子区域分配不同的权重值（分别为 Wo1, Wo2, Wo3），亮度越高，权重越大。例如在本实现例中，Wo1<Wo2<Wo3。例如 Wo1=1, Wo2=1.2, Wo3=1.5。对不同过曝光区域的分配可根据不同传感器的特性由实验得到。

7. 图像处理模块对于 N*N 个平均亮度值，判断每个平均亮度值是否落在欠曝光区域或过曝光区域的各子区域中。如果某个平均亮度值落在某个欠曝光/过曝光子区域中，则将该子区域的计数值加 1。

8. 直方图统计模块计算图像的过曝光值为各过曝光子区域的计数值的加权求和值，权重为各子区域所分配的权重值：

$$Over_value = \sum_{i=1 \sim n} Wo_i * Overblock_count_i, \text{ 在本例中 } n=3。$$

式中 Over_value 为过曝光值，Woi 为第 i 个区域的过曝光计算权重，

$Overblock_count_i$ 为第 i 个区域的过曝光计数值。

9. 类似的，直方图统计模块计算图像的欠曝光值为各欠曝光子区域的计数值的加权求和值，权重为各子区域所分配的权重值：

$$Under_value = \sum_{i=1 \sim m} W_{u_i} * Underblock_count_i, \text{ 在本例中 } m=3.$$

式中 $Under_value$ 为欠曝光值， W_{u_i} 为第 i 个区域的欠曝光计算权重， $Underblock_count_i$ 为第 i 个区域的欠曝光计数值。

10. 曝光计算模块根据以上计算的过曝光值 $Over_value$ 和欠曝光值 $Under_value$ 判断曝光时间调整的方向（增加或缩短）和调整的步长。例如在本例中，首先判断 $Over_value$ 是否大于某阈值 O_T1 ，如果是，则认为图像为过曝光（图像过亮），需要降低曝光时间。进一步判断 $Over_value$ 是否大于另一阈值 O_T2 ($O_T2 > O_T1$)，如果是，则以大步长降低曝光时间，否则，以小步长降低曝光时间。另一方面，如果 $Over_value$ 小于 O_T1 ，认为图像没有过曝光，则进一步判断图像是否欠曝光。判断的依据为 $Under_value$ 大于某阈值 U_T1 ，同时 $Over_value$ 小于某个较小的阈值 O_T3 ($O_T3 < O_T1$)。同时检测 $Over_value$ 值的目的是针对某些对比度较大的情况（如图像整体偏暗，但是某些局部很亮）。如果以上条件成立，则认为图像为欠曝光（图像过暗），需要增加曝光时间。进一步判断 $Under_value$ 是否大于另一阈值 U_T2 ($U_T2 > U_T1$)，如果是，则以大步长增加曝光时间，否则，以小步长增加曝光时间。如果过曝光和欠曝光的条件均不成立，则认为图像已达到正确曝光，无需调整曝光时间。

所述大步长设置为 $[(Exp_max - Exp_min) / 4] / Exp_step$ ，小步长设置为 $2 * Exp_step$ ，其中 Exp_min 是成像传感器的最小曝光时间， Exp_max 是

最大曝光时间，Exp_step 是曝光时间调整的最小精度。

以上的各阈值和曝光调整的步长根据成像传感器（imaging sensor）的不同特性而有所不同。

图 3 是本发明自动曝光装置的组成示意图。如图 3 所示，该自动曝光装置包括成像传感器、图像处理模块、直方图统计模块和曝光计算模块，所述成像传感器输出图像给所述图像处理模块，该图像处理模块将该输入图像分割为 $N*N$ 个图像块，并对每个图像块中的所有像素点计算平均亮度，并将该亮度信息输出给所述直方图统计模块，该直方图统计模块对各个图像块的平均亮度做直方图统计，并将直方图统计结果输出给所述曝光计算模块，该曝光计算模块根据输入的直方图信息判断曝光调整的方向并计算调整的步长，并将该调整方向和步长输出给所述成像传感器。

所述成像传感器(Imaging Sensor)可以使用例如 OmniVision 技术有限公司的 OV9650 系列产品。上述图像处理模块、直方图统计模块、自动曝光计算模块可以在嵌入式系统软件中实现，模块之间为软件接口。

本发明提出一种基于亮度直方图的自动曝光方法和装置。本发明的核心思想是利用了亮度的直方图信息实现自动曝光的调整。与大多数传统自动曝光方法不同，本发明不是简单的将图像亮度信息简化为单一的加权平均值，而是通过统计亮度直方图得到图像明暗分布信息，信息量大大增加，能够在不同亮度和对比度条件下得到更快速、更准确的自动曝光调整。

以上所述仅为本发明的较佳实施例而已，并非用来限定本发明的实施范围。即凡依本发明申请专利范围的内容所作的等效变化与修饰，都应为本发明的技术范畴。

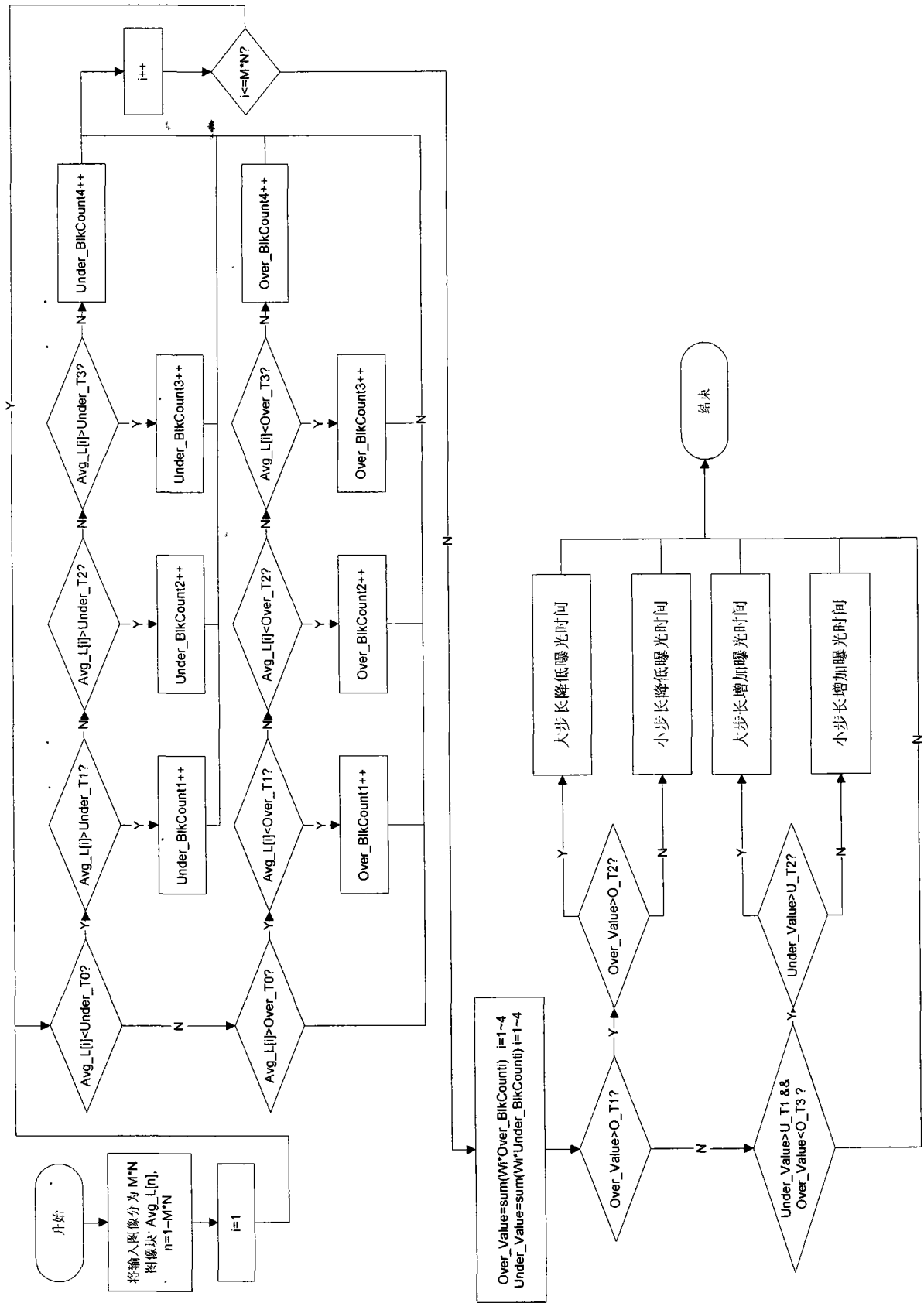


图 1

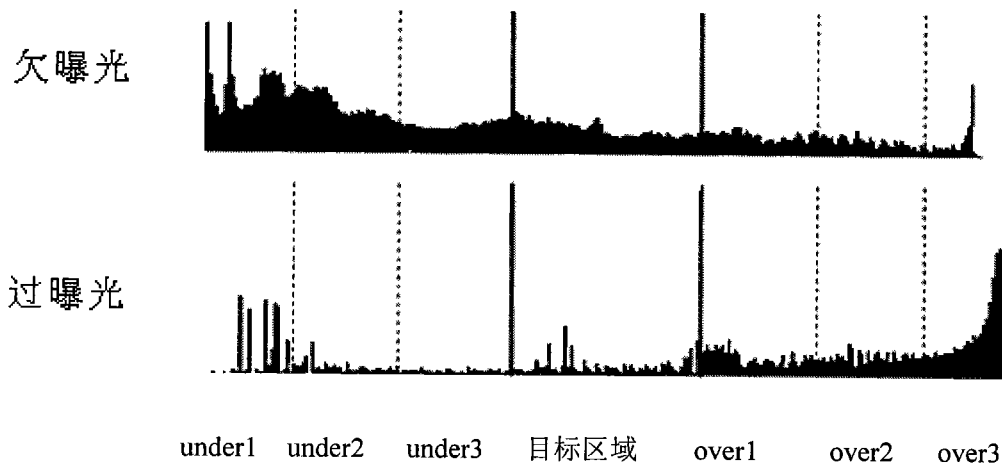


图 2

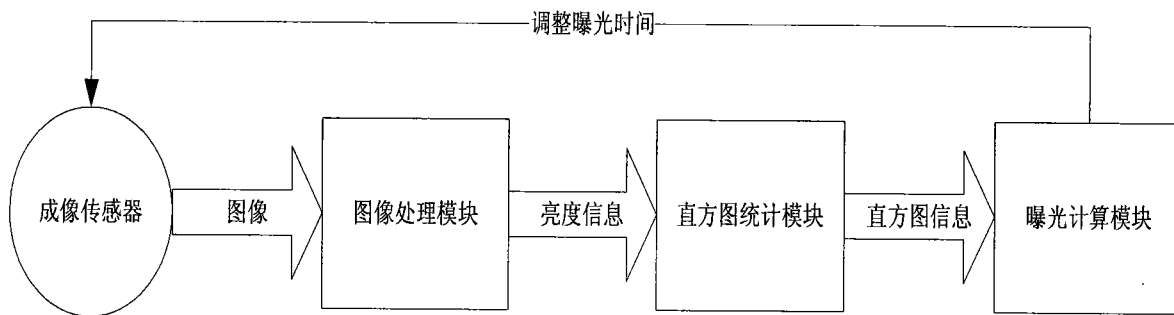


图 3