



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 111669560 A

(43)申请公布日 2020.09.15

(21)申请号 202010392136.7

(22)申请日 2020.05.11

(71)申请人 安徽百诚慧通科技有限公司

地址 230088 安徽省合肥市高新区望江西
路800号创新产业园B3楼7层北跨
(707-710室)

(72)发明人 陈爱梅 舒发宝 赵杰标

(74)专利代理机构 合肥天明专利事务所(普通
合伙) 34115

代理人 苗娟

(51)Int.Cl.

H04N 9/73(2006.01)

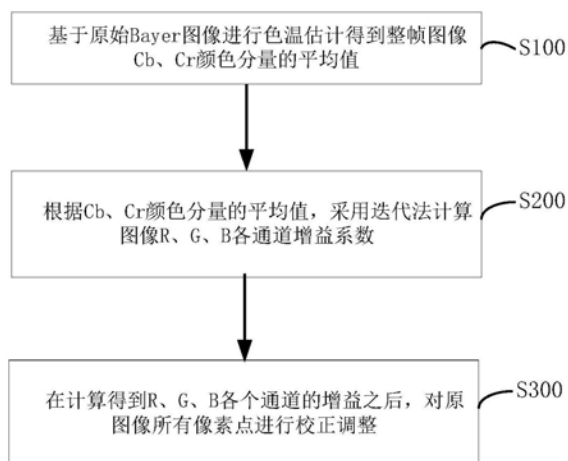
权利要求书2页 说明书6页 附图1页

(54)发明名称

一种基于FPGA的实时自动白平衡校正方法、
系统及存储介质

(57)摘要

本发明的一种基于FPGA的实时自动白平衡校正方法、系统及存储介质,可解决目前的自动白平衡方法,算法复杂,计算时间较长,难以实现对视频流的实时处理的技术问题。包括以下步骤:S100、基于原始Bayer图像进行色温估计得到整帧图像Cb、Cr颜色分量的平均值;S200、根据Cb、Cr颜色分量的平均值,采用迭代法计算图像R、G、B各通道增益系数;S300、在计算得到R、G、B各个通道的增益之后,对原图像所有像素点进行校正调整。本发明的基于FPGA的实时自动白平衡校正方法算法简单、计算量较小,可以实现在FPGA等嵌入式处理器上对视频流进行实时处理校正。



1. 一种基于FPGA的实时自动白平衡校正方法,其特征在于:通过计算机设备执行以下步骤:

S100、基于原始Bayer图像进行色温估计得到整帧图像Cb、Cr颜色分量的平均值;
S200、根据Cb、Cr颜色分量的平均值,采用迭代法计算图像R、G、B各通道增益系数;
S300、在计算得到R、G、B各个通道的增益之后,对原图像所有像素点进行校正调整。

2. 根据权利要求1所述的基于FPGA的实时自动白平衡校正方法,其特征在于:所述S100基于原始Bayer图像进行色温估计得到整帧图像Cb、Cr颜色分量的平均值;

包括:

S101、将原始的Bayer图像转成RGB格式;
S102、将RGB格式图像,转换到YCbCr色彩空间;
S103、设置参考白点的判断条件:

$y > Y_THR$;

$CB_LOW < cb < CB_HIGH$;

$CR_LOW < cr < CR_HIGH$;

$CB_CR_LOW < cb + cr < CB_CR_HIGH$

$y - |cb| - |cr| > Y_CB_CR$;

其中,y、cb、cr分别是图像在YCbCr色彩空间的亮度值和色度值;CB_HIGH是cb色度值的上限阈值,CB_LOW是cb色度值的下限阈值;CR_HIGH是cr色度值的上限阈值,CR_LOW是cr色度值的下限阈值;CB_CR_HIGH是cb色度值和cr色度值之和的上限阈值,CB_CR_LOW是cb色度值和cr色度值之和的下限阈值,Y_CB_CR是亮度值减去cb色度值和cr色度值绝对值之后的下限阈值;

S104、统计一帧图像数据中,所有满足上述白点条件的像素点,并将各个像素点对应的y、cb和cr值分别累加;

S105、一帧图像中,参考白点统计有效地判断条件是: $white_num > WHITE_NUM_THR$,否则认为该帧的参考白点数量不足,不参与计算;其中WHITE_NUM_THR表示白点数判断的下限阈值;

S106、若参考白点统计有效,则使用累加值,计算出参考白点的y、cb和cr的平均值y_ave、cb_ave和cr_ave。

3. 根据权利要求2所述的基于FPGA的实时自动白平衡校正方法,其特征在于:所述S200根据Cb、Cr颜色分量的平均值,采用迭代法计算图像R、G、B各通道增益系数;

包括:

S201、设定G通道的增益系数为常数1;

S202、设定R通道和B通道的初始增益系数u、v为1;

S203、设置每次增益系数的调整步长为 λ ;

S204、调整增益系数,增益调整完成的判断条件: $|cb_ave| + |cr_ave| < GAIN_THR$ 。

4. 根据权利要求2所述的基于FPGA的实时自动白平衡校正方法,其特征在于:所述S204、调整增益系数,增益调整完成的判断条件: $|cb_ave| + |cr_ave| < GAIN_THR$,具体包括:

(a) 若是 $white_num > WHITE_NUM_THR$,即当前帧参考白点数大于所设定的下限阈值,表示本帧统计有效,接着进行下一步计算,否则当前帧计算结束,下一帧继续判断;

(b) 若是 $|cb_ave| + |cr_ave| < GAIN_THR$,即当前帧cb颜色分量的绝对值和cr颜色分量的绝对值之和小于所设定的判断阈值,表示当前帧的白平衡校正已达到所要求的的效果,不在继续计算校正,当前帧计算结束,下一帧继续判断,否则接着进行下一步计算;

(c) 若是cb_ave的绝对值大于cr_ave的绝对值,说明cb色度分量的值偏高,优先调整cb的增益u,若是cb_ave大于零,增益u按照步长减小,若是cb_ave小于零,增益u按照步长增大;

(d) 若是cb_ave的绝对值小于cr_ave的绝对值,说明cr色度分量的值偏高,优先调整cr的增益v,若是cr_ave大于零,增益v按照步长减小,若是cr_ave小于零,增益v按照步长增大;

(e) 调整完成后,结束当前帧增益系数的计算,继续下一帧的计算。

5. 根据权利要求3所述的基于FPGA的实时自动白平衡校正方法,其特征在于:所述S300在计算得到R、G、B各个通道的增益之后,对原图像所有像素点进行校正调整;

在计算得到R、G、B各个通道的增益之后,按照如下方式对原图像所有像素点进行校正调整:

$$R_{new} = R * u$$

$$G_{new} = G$$

$$B_{new} = B * v;$$

其中,R、G、B是校正前三个通道的原始数据,u、v是R通道和B通道计算出的调整增益系数, R_{new} 、 G_{new} 、 B_{new} 是三个通道校正后的数据值。

6. 一种基于FPGA的实时自动白平衡校正系统,其特征在于:包括以下单元:

色温估计单元,用于基于原始Bayer图像进行色温估计得到整帧图像Cb、Cr颜色分量的平均值;

增益计算单元,用于根据Cb、Cr颜色分量的平均值,采用迭代法计算图像R、G、B各通道增益系数;

图像校正单元,用于在计算得到R、G、B各个通道的增益之后,对原图像所有像素点进行校正调整。

7. 一种计算机可读存储介质,其特征在于:该计算机可读存储介质内存储有计算机程序,所述计算机程序被处理器执行时实现权利要求1-5任意所述的基于FPGA的实时自动白平衡校正方法。

一种基于FPGA的实时自动白平衡校正方法、系统及存储介质

技术领域

[0001] 本发明涉及数字图像技术领域,具体涉及一种基于FPGA的实时自动白平衡校正方法及系统。

背景技术

[0002] 在不同的光源或者天气条件下,光谱特性是互不相同的,这被称之为色温。图像传感器不具备人类视觉的恒常性,在不同的色温下,传感器所获取到的图像会存在不同程度的偏色,比如一张白纸在钨丝灯下偏橘黄色调,在荧光灯下会偏绿,而在日光灯下会有点偏蓝。自动白平衡的目的,就是自动调整不同色温光照下图像RGB三基色分量的比例,校正偏色情况,使其看上去和标准光源下拍摄的颜色一致。

[0003] 目前在工程上应用的自动白平衡算法主要有全局白平衡和局部白平衡两大类。全局白平衡算法以“灰度世界法”为代表,其认为所拍摄的图像有丰富的色彩变化,R,G,B三色分量的统计平均值应该相等,并以此作为白平衡校正的依据。局部白平衡算法以“镜面法”为代表,该算法认为一幅图像中最亮像素点对应于光滑或者镜子表面的物体,这样的像素点最大限度反映了照射光线的光谱信息,对这部分点做色彩信息统计并作为色温校正的依据。

[0004] 全局白平衡算法具有较大的局限性,当场景过亮、过暗或者色彩比较单一时,算法几乎完全失效。局部白平衡算法的关键在于寻找参考白点,而在户外拍摄的过程中,总是可以找到参考点的。在工程上,需要对帧率较高的原始视频图像做实时的白平衡回复,而目前的自动白平衡方法,算法复杂,计算时间较长,难以实现对视频流的实时处理。

发明内容

[0005] 本发明提出的一种基于FPGA的实时自动白平衡校正方法及系统,可解决目前的自动白平衡方法,算法复杂,计算时间较长,难以实现对视频流的实时处理的技术问题。

[0006] 为实现上述目的,本发明采用了以下技术方案:

[0007] 一种基于FPGA的实时自动白平衡校正方法,通过计算机设备执行以下步骤:

[0008] S100、基于原始Bayer图像进行色温估计得到整帧图像Cb、Cr颜色分量的平均值;

[0009] S200、根据Cb、Cr颜色分量的平均值,采用迭代法计算图像R、G、B各通道增益系数;

[0010] S300、在计算得到R、G、B各个通道的增益之后,对原图像所有像素点进行校正调整。

[0011] 进一步的,所述S100基于原始Bayer图像进行色温估计得到整帧图像Cb、Cr颜色分量的平均值;

[0012] 包括:

[0013] S101、将原始的Bayer图像转成RGB格式;

[0014] S102、将RGB格式图像,转换到YCbCr色彩空间;

[0015] S103、设置参考白点的判断条件:

[0016] $y > Y_THR$;

[0017] $CB_LOW < cb < CB_HIGH$;

[0018] $CR_LOW < cr < CR_HIGH$;

[0019] $CB_CR_LOW < cb + cr < CB_CR_HIGH$

[0020] $y - |cb| - |cr| > Y_CB_CR$;

[0021] 其中, y 、 cb 、 cr 分别是图像在YCbCr色彩空间的亮度值和色度值; CB_HIGH 是 cb 色度值的上限阈值, CB_LOW 是 cb 色度值的下限阈值; CR_HIGH 是 cr 色度值的上限阈值, CR_LOW 是 cr 色度值的下限阈值; CB_CR_HIGH 是 cb 色度值和 cr 色度值之和的上限阈值, CB_CR_LOW 是 cb 色度值和 cr 色度值之和的下限阈值, Y_CB_CR 是亮度值减去 cb 色度值和 cr 色度值绝对值之后的下限阈值;

[0022] S104、统计一帧图像数据中,所有满足上述白点条件的像素点,并将各个像素点对应的 y 、 cb 和 cr 值分别累加;

[0023] S105、一帧图像中,参考白点统计有效地判断条件是: $white_num > WHITE_NUM_THR$,否则认为该帧的参考白点数量不足,不参与计算;其中 $WHITE_NUM_THR$ 表示白点数判断的下限阈值;

[0024] S106、若参考白点统计有效,则使用累加值,计算出参考白点的 y 、 cb 和 cr 的平均值 y_ave 、 cb_ave 和 cr_ave 。

[0025] 进一步的,所述S200根据Cb、Cr颜色分量的平均值,采用迭代法计算图像R、G、B各通道增益系数;

[0026] 包括:

[0027] S201、设定G通道的增益系数为常数1;

[0028] S202、设定R通道和B通道的初始增益系数 u 、 v 为1;

[0029] S203、设置每次增益系数的调整步长为 λ ;

[0030] S204、调整增益系数,增益调整完成的判断条件: $|cb_ave| + |cr_ave| < GAIN_THR$ 。

[0031] 进一步的,所述S204、调整增益系数,增益调整完成的判断条件: $|cb_ave| + |cr_ave| < GAIN_THR$,具体包括:

[0032] (a) 若是 $white_num > WHITE_NUM_THR$,即当前帧参考白点数大于所设定的下限阈值,表示本帧统计有效,接着进行下一步计算,否则当前帧计算结束,下一帧继续判断;

[0033] (b) 若是 $|cb_ave| + |cr_ave| < GAIN_THR$,即当前帧 cb 颜色分量的绝对值和 cr 颜色分量的绝对值之和小于所设定的判断阈值,表示当前帧的白平衡校正已达到所要求的的效果,不在继续计算校正,当前帧计算结束,下一帧继续判断,否则接着进行下一步计算;

[0034] (c) 若是 cb_ave 的绝对值大于 cr_ave 的绝对值,说明 cb 色度分量的值偏高,优先调整 cb 的增益 u ,若是 cb_ave 大于零,增益 u 按照步长减小,若是 cb_ave 小于零,增益 u 按照步长增大;

[0035] (d) 若是 cb_ave 的绝对值小于 cr_ave 的绝对值,说明 cr 色度分量的值偏高,优先调整 cr 的增益 v ,若是 cr_ave 大于零,增益 v 按照步长减小,若是 cr_ave 小于零,增益 v 按照步长增大;

[0036] (e) 调整完成后,结束当前帧增益系数的计算,继续下一帧的计算。

[0037] 进一步的,所述S300在计算得到R、G、B各个通道的增益之后,对原图像所有像素点

进行校正调整;

[0038] 在计算得到R、G、B各个通道的增益之后,按照如下方式对原图像所有像素点进行校正调整:

[0039] $R_{\text{new}} = R * u$

[0040] $G_{\text{new}} = G$

[0041] $B_{\text{new}} = B * v$;

[0042] 其中,R、G、B是校正前三个通道的原始数据,u、v是R通道和B通道计算出的调整增益系数, R_{new} 、 G_{new} 、 B_{new} 是三个通道校正后的数据值。

[0043] 另一方面本公开一种基于FPGA的实时自动白平衡校正系统,包括以下单元:

[0044] 色温估计单元,用于基于原始Bayer图像进行色温估计得到整帧图像Cb、Cr颜色分量的平均值;

[0045] 增益计算单元,用于根据Cb、Cr颜色分量的平均值,采用迭代法计算图像R、G、B各通道增益系数;

[0046] 图像校正单元,用于在计算得到R、G、B各个通道的增益之后,对原图像所有像素点进行校正调整。

[0047] 本发明还公开一种计算机可读存储介质,该计算机可读存储介质内存储有计算机程序,所述计算机程序被处理器执行时实现上述的基于FPGA的实时自动白平衡校正方法。

[0048] 由上述技术方案可知,本发明的基于FPGA的实时自动白平衡校正方法算法简单、计算量较小,可以实现在FPGA等嵌入式处理器上对视频流进行实时处理校正。

附图说明

[0049] 图1是本发明的方法流程图;

[0050] 图2是本发明调整增益系数流程图。

具体实施方式

[0051] 为使本发明实施例的目的、技术方案和优点更加清楚,下面将结合本发明实施例中的附图,对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述,显然,所描述的实施例是本发明一部分实施例,而不是全部的实施例。

[0052] 如图1所示,本实施例所述的基于FPGA的实时自动白平衡校正方法,包括:通过计算机设备执行以下步骤:

[0053] S100、基于原始Bayer图像进行色温估计得到整帧图像Cb、Cr颜色分量的平均值;

[0054] S200、根据Cb、Cr颜色分量的平均值,采用迭代法计算图像R、G、B各通道增益系数;

[0055] S300、在计算得到R、G、B各个通道的增益之后,对原图像所有像素点进行校正调整。

[0056] 以下对本发明做具体说明:

[0057] 本发明基于FPGA的实时自动白平衡校正方法主要包括3个基本步骤:色温估计、增益计算和色温校正。

[0058] 1、色温估计

[0059] (1) 将原始的Bayer图像转成RGB格式;

[0060] (2) 将RGB格式图像,转换到YCbCr色彩空间;

[0061] (3) 设置参考白点的判断条件:

[0062] $y > Y_THR$;

[0063] $CB_LOW < cb < CB_HIGH$;

[0064] $CR_LOW < cr < CR_HIGH$;

[0065] $CB_CR_LOW < cb + cr < CB_CR_HIGH$

[0066] $y - |cb| - |cr| > Y_CB_CR$;

[0067] 其中, y 、 cb 、 cr 分别是图像在YCbCr色彩空间的亮度值和色度值; CB_HIGH 是 cb 色度值的上限阈值, CB_LOW 是 cb 色度值的下限阈值; CR_HIGH 是 cr 色度值的上限阈值, CR_LOW 是 cr 色度值的下限阈值; CB_CR_HIGH 是 cb 色度值和 cr 色度值之和的上限阈值, CB_CR_LOW 是 cb 色度值和 cr 色度值之和的下限阈值, Y_CB_CR 是亮度值减去 cb 色度值和 cr 色度值绝对值之后的下限阈值;

[0068] (4) 统计一帧图像数据中,所有满足上述白点条件的像素点,并将各个像素点对应的 y 、 cb 和 cr 值分别累加;

[0069] (5) 一帧图像中,参考白点统计有效地判断条件是: $white_num > WHITE_NUM_THR$,否则认为该帧的参考白点数量不足,不参与计算;其中 $WHITE_NUM_THR$ 表示白点数判断的下限阈值;

[0070] (6) 若参考白点统计有效,则使用累加值,计算出参考白点的 y 、 cb 和 cr 的平均值 y_ave 、 cb_ave 和 cr_ave ;

[0071] 2、增益计算

[0072] 采用迭代法计算增益系数的步骤如下:

[0073] (1) 设定G通道的增益系数为常数1;

[0074] (2) 设定R通道和B通道的初始增益系数 u 、 v 为1;

[0075] (3) 设置每次增益系数的调整步长为 λ ;

[0076] (4) 按照如2流程图调整增益系数,具体如下:

[0077] (a) 若是 $white_num > WHITE_NUM_THR$,即当前帧参考白点数大于所设定的下限阈值,表示本帧统计有效,接着进行下一步计算,否则当前帧计算结束,下一帧继续判断;

[0078] (b) 若是 $|cb_ave| + |cr_ave| < GAIN_THR$,即当前帧 cb 颜色分量的绝对值和 cr 颜色分量的绝对值之和小于所设定的判断阈值,表示当前帧的白平衡校正已达到所要求的的效果,不在继续计算校正,当前帧计算结束,下一帧继续判断,否则接着进行下一步计算;

[0079] (c) 若是 cb_ave 的绝对值大于 cr_ave 的绝对值,说明 cb 色度分量的值偏高,优先调整 cb 的增益 u ,若是 cb_ave 大于零,增益 u 按照步长减小,若是 cb_ave 小于零,增益 u 按照步长增大;

[0080] (d) 若是 cb_ave 的绝对值小于 cr_ave 的绝对值,说明 cr 色度分量的值偏高,优先调整 cr 的增益 v ,若是 cr_ave 大于零,增益 v 按照步长减小,若是 cr_ave 小于零,增益 v 按照步长增大;

[0081] (e) 调整完成后,结束当前帧增益系数的计算,继续下一帧的计算;

[0082] 3、图像校正

[0083] 在计算得到R、G、B各个通道的增益之后,按照如下方式对原图像所有像素点进行

校正调整:

[0084] $R_{\text{new}} = R * u$

[0085] $G_{\text{new}} = G$

[0086] $B_{\text{new}} = B * v$

[0087] 其中, R、G、B是校正前三个通道的原始数据, u、v是R通道和B通道计算出的调整增益系数, R_{new} 、 G_{new} 、 B_{new} 是三个通道校正后的数据值。

[0088] 由上述技术方案可知, 本发明实施例的基于FPGA的实时自动白平衡校正方法算法简单、计算量较小, 可以实现在FPGA等嵌入式处理器上对视频流进行实时处理校正。

[0089] 另一方面本面公开一种基于FPGA的实时自动白平衡校正系统, 包括以下单元:

[0090] 色温估计单元, 用于基于原始Bayer图像进行色温估计得到整帧图像Cb、Cr颜色分量的平均值;

[0091] 增益计算单元, 用于根据Cb、Cr颜色分量的平均值, 采用迭代法计算图像R、G、B各通道增益系数;

[0092] 图像校正单元, 用于在计算得到R、G、B各个通道的增益之后, 对原图像所有像素点进行校正调整。

[0093] 可理解的是, 本发明实施例提供的系统与本发明实施例提供的方法相对应, 相关内容的解释、举例和有益效果可以参考上述方法中的相应部分。

[0094] 本申请实施例还提供了一种电子设备, 包括处理器、通信接口、存储器和通信总线, 其中, 处理器, 通信接口, 存储器通过通信总线完成相互间的通信,

[0095] 存储器, 用于存放计算机程序;

[0096] 处理器, 用于执行存储器上所存放的程序时, 实现上述FPGA的实时自动白平衡校正方法, 所述方法包括:

[0097] S100、基于原始Bayer图像进行色温估计得到整帧图像Cb、Cr颜色分量的平均值;

[0098] S200、根据Cb、Cr颜色分量的平均值, 采用迭代法计算图像R、G、B各通道增益系数;

[0099] S300、在计算得到R、G、B各个通道的增益之后, 对原图像所有像素点进行校正调整。

[0100] 上述电子设备提到的通信总线可以是外设部件互连标准(英文:Peripheral Component Interconnect, 简称:PCI)总线或扩展工业标准结构(英文:Extended Industry Standard Architecture, 简称:EISA)总线等。该通信总线可以分为地址总线、数据总线、控制总线等。为便于表示, 图中仅用一条粗线表示, 但并不表示仅有一根总线或一种类型的总线。

[0101] 通信接口用于上述电子设备与其他设备之间的通信。

[0102] 存储器可以包括随机存取存储器(英文:Random Access Memory, 简称:RAM), 也可以包括非易失性存储器(英文:Non-Volatile Memory, 简称:NVM), 例如至少一个磁盘存储器。可选的, 存储器还可以是至少一个位于远离前述处理器的存储装置。

[0103] 上述的处理器可以是通用处理器, 包括中央处理器(英文:Central Processing Unit, 简称:CPU)、网络处理器(英文:Network Processor, 简称:NP)等;还可以是数字信号处理器(英文:Digital Signal Processing, 简称:DSP)、专用集成电路(英文:Application Specific Integrated Circuit, 简称:ASIC)、现场可编程门阵列(英文:Field-

Programmable Gate Array,简称:FPGA)或者其他可编程逻辑器件、分立门或者晶体管逻辑器件、分立硬件组件。

[0104] 在本申请提供的又一实施例中,还提供了一种计算机可读存储介质,该计算机可读存储介质内存储有计算机程序,所述计算机程序被处理器执行时实现上述任一FPGA的实时自动白平衡校正方法的步骤。

[0105] 在本申请提供的又一实施例中,还提供了一种包含指令的计算机程序产品,当其在计算机上运行时,使得计算机执行上述实施例中任一FPGA的实时自动白平衡校正方法。

[0106] 在上述实施例中,可以全部或部分地通过软件、硬件、固件或者其任意组合来实现。当使用软件实现时,可以全部或部分地以计算机程序产品的形式实现。所述计算机程序产品包括一个或多个计算机指令。在计算机上加载和执行所述计算机程序指令时,全部或部分地产生按照本申请实施例所述的流程或功能。所述计算机可以是通用计算机、专用计算机、计算机网络、或者其他可编程装置。所述计算机指令可以存储在计算机可读存储介质中,或者从一个计算机可读存储介质向另一个计算机可读存储介质传输,例如,所述计算机指令可以从一个网站站点、计算机、服务器或数据中心通过有线(例如同轴电缆、光纤、数字用户线(DSL))或无线(例如红外、无线、微波等)方式向另一个网站站点、计算机、服务器或数据中心进行传输。所述计算机可读存储介质可以是计算机能够存取的任何可用介质或者是包含一个或多个可用介质集成的服务器、数据中心等数据存储设备。所述可用介质可以是磁性介质,(例如,软盘、硬盘、磁带)、光介质(例如,DVD)、或者半导体介质(例如固态硬盘 Solid State Disk(SSD))等。

[0107] 需要说明的是,在本文中,诸如第一和第二等之类的关系术语仅仅用来将一个实体或者操作与另一个实体或操作区分开来,而不一定要求或者暗示这些实体或操作之间存在任何这种实际的关系或者顺序。而且,术语“包括”、“包含”或者其任何其他变体意在涵盖非排他性的包含,从而使得包括一系列要素的过程、方法、物品或者设备不仅包括那些要素,而且还包括没有明确列出的其他要素,或者是还包括为这种过程、方法、物品或者设备所固有的要素。在没有更多限制的情况下,由语句“包括一个……”限定的要素,并不排除在包括所述要素的过程、方法、物品或者设备中还存在另外的相同要素。

[0108] 以上实施例仅用以说明本发明的技术方案,而非对其限制;尽管参照前述实施例对本发明进行了详细的说明,本领域的普通技术人员应当理解:其依然可以对前述各实施例所记载的技术方案进行修改,或者对其中部分技术特征进行等同替换;而这些修改或者替换,并不使相应技术方案的本质脱离本发明各实施例技术方案的精神和范围。

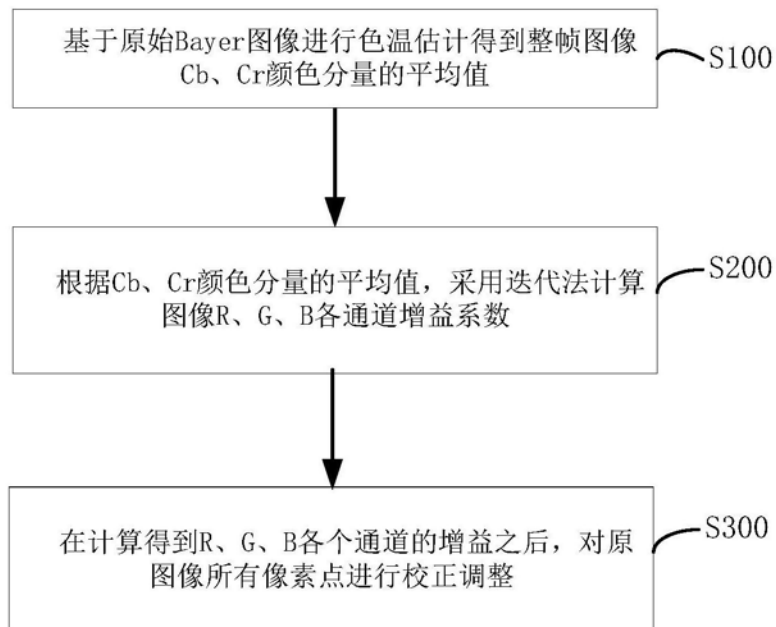


图1

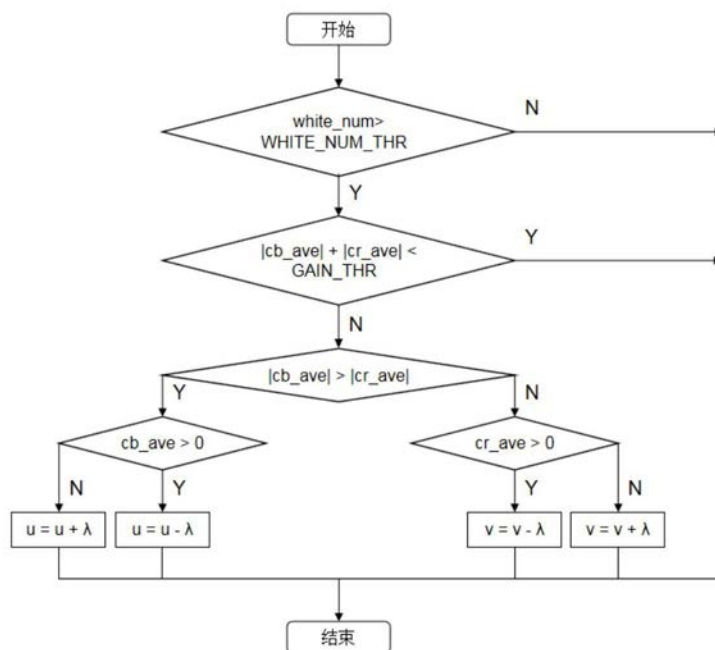


图2