



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 104116485 B

(45)授权公告日 2017.08.22

(21)申请号 201410168802.3

(74)专利代理机构 北京戈程知识产权代理有限

公司 11314

(22)申请日 2014.04.24

代理人 程伟 王锦阳

(65)同一申请的已公布的文献号

(51)Int.Cl.

申请公布号 CN 104116485 A

A61B 1/05(2006.01)

(43)申请公布日 2014.10.29

审查员 宋文晓

(30)优先权数据

2013-094730 2013.04.26 JP

(73)专利权人 HOYA株式会社

地址 日本东京都新宿区西新宿6丁目10番1号

专利权人 国立大学法人京都大学

(72)发明人 池本洋祐 仲瀬裕志 松浦稔
吉野琢哉 橋口浩和

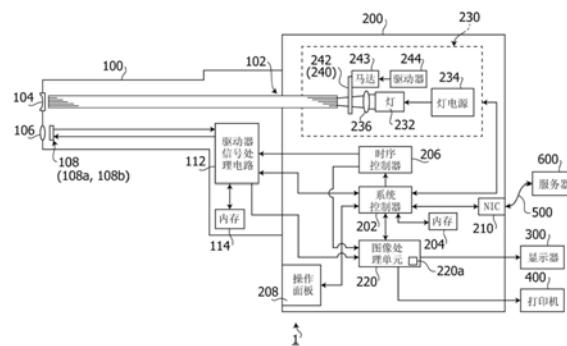
权利要求书2页 说明书10页 附图9页

(54)发明名称

损伤评估信息生成器

(57)摘要

本发明涉及损伤评估信息生成器及其方法。一种损伤评估信息生成器，包括颜色信息确定器，其基于取得的内窥镜彩色图像数据，确定内窥镜图像的每个像素的色相值和饱和度值，相关值确定器，其对于内窥镜图像的至少一部分像素，基于每个单独像素的色相值与参考颜色数据的参考色相值之间色相相关值，和每个单独像素的饱和度值与参考颜色数据的参考饱和度值之间的饱和度相关值，确定每个单独像素的颜色信息与参考颜色数据之间的相关值，和评估值生成器，其通过整合每个单独像素的相关值，生成评估内窥镜图像中损伤的严重度的评估值。



1.一种损伤评估信息生成器，包括：

图像数据取得器，所述图像数据取得器被配置为，取得内窥镜彩色图像数据，所述内窥镜彩色图像数据表示显示损伤的内窥镜图像；

颜色信息确定器，所述颜色信息确定器被配置为，基于取得的内窥镜彩色图像数据，确定包括于所述内窥镜图像的每个像素的色相值和饱和度值；

相关值确定器，所述相关值确定器被配置为，对于所述内窥镜图像的至少一部分像素，确定相关值，所述相关值表示每个单独像素的颜色信息与参考颜色数据之间的相关，对所述相关值的确定基于：

色相相关值，所述色相相关值表示每个单独像素的确定的色相值与所述参考颜色数据的参考色相值之间的相关；和

饱和度相关值，所述饱和度相关值表示每个单独像素的确定的饱和度值与所述参考颜色数据的参考饱和度值之间的相关；和

评估值生成器，所述评估值生成器被配置为，通过从整合对于每个单独像素确定的所述相关值得到所述相关值的总和，生成评估所述内窥镜图像中损伤的严重度的评估值。

2.根据权利要求1所述的损伤评估信息生成器，

其中所述相关值确定器进一步被配置为：

在由色相值坐标轴和饱和度值坐标轴定义的二维坐标上，基于每个单独像素的所述的确定的色相值与所述参考颜色数据的所述参考色相值之间的色相距离，确定色相相关值；

在由色相值坐标轴和饱和度值坐标轴定义的二维坐标上，基于每个单独像素的所述的确定的饱和度值与所述参考颜色数据的所述参考饱和度值之间的饱和度距离，确定饱和度相关值；和

基于确定的色相相关值和确定的饱和度相关值，确定每个单独像素的颜色信息与所述参考颜色数据之间的相关值。

3.根据权利要求2所述的损伤评估信息生成器，

其中所述相关值确定器进一步被配置为，通过将所述的确定的色相相关值乘以所述的确定的饱和度相关值，确定每个单独像素的颜色信息与所述参考颜色数据之间的相关值。

4.根据权利要求3所述的损伤评估信息生成器，

其中所述色相相关值为在从0到1的范围内的标准化值，

其中，当所述色相距离的绝对值大于预先设定的距离值时，所述色相相关值等于0，而且

其中，当所述色相距离的绝对值小于等于所述的预先设定的距离值时，所述色相距离的所述绝对值越小，所述色相相关值越接近1。

5.根据权利要求3或4所述的损伤评估信息生成器，

其中所述饱和度相关值为在从0到1的范围内的标准化值，

其中，当所述的确定的饱和度值小于所述参考颜色数据的所述参考饱和度值，且所述饱和度距离小于预先设定的饱和度值时，所述饱和度相关值等于0，

其中，当所述的确定的饱和度值小于所述参考颜色数据的所述参考饱和度值，且所述饱和度距离的绝对值小于等于所述的预先设定的饱和度值时，所述饱和度距离的所述绝对值越小，所述饱和度相关值越接近1，而且

其中,当所述的确定的饱和度值大于等于所述参考颜色数据的所述参考饱和度值时,不管所述饱和度距离的所述绝对值如何,所述饱和度相关值等于1。

6. 根据权利要求1所述的损伤评估信息生成器,

其中所述颜色信息确定器进一步被配置为,通过转化所述的取得的内窥镜彩色图像数据的颜色空间为HSI颜色空间和HSV颜色空间中的一个,确定每个单独像素的所述色相值和所述饱和度值。

7. 根据权利要求1或6所述的损伤评估信息生成器,

其中所述颜色信息确定器进一步被配置为,基于所述的取得的内窥镜彩色图像数据,以及所述色相值和所述饱和度值,确定包括于所述内窥镜图像的每个单独像素的亮度值,

其中所述相关值确定器包括饱和度值修正器,所述饱和度值修正器被配置为利用确定的亮度值修正所述饱和度值,而且

其中所述相关值确定器进一步被配置为,利用已修正的饱和度值,确定每个单独像素的所述颜色信息与所述参考颜色数据之间的相关值。

8. 根据权利要求7所述的损伤评估信息生成器,

其中所述饱和度值修正器进一步被配置为,基于下面的表达式,修正所述饱和度值:

$$\begin{bmatrix} INT_{\text{correction}} \\ SAT_{\text{correction}} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \cos \theta & -\sin \theta \\ \sin \theta & \cos \theta \end{bmatrix} \begin{bmatrix} INT \\ SAT \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} REFER_{\text{INT}} \\ REFER_{\text{SAT}} \end{bmatrix},$$

其中

INT和SAT分别表示所述亮度值和所述饱和度值,

REFER_INT和REFER_SAT分别表示参考亮度值和所述参考颜色数据的所述参考饱和度值,

θ 表示对应于所述参考亮度值与所述参考颜色数据的所述参考饱和度值之间的相关系数的角度,而且

INT_correction和SAT_correction分别表示已修正的亮度值和所述已修正的饱和度值。

9. 根据权利要求1或8所述的损伤评估信息生成器,

其中所述参考颜色数据为血液颜色数据。

10. 根据权利要求1或2所述的损伤评估信息生成器,

其中所述颜色信息确定器包含损伤像素确定器,所述损伤像素确定器被配置为,确定每个单独像素是否为将至少一部分损伤成像的损伤像素,而且

其中所述相关值确定器进一步被配置为,只为被确定为损伤像素的每个像素确定所述的相关值。

11. 根据权利要求1或2所述的损伤评估信息生成器,还包含被配置为显示生成的评估信息的显示器。

12. 根据权利要求11所述的损伤评估信息生成器,还包含颜色信息替换器,所述颜色信息替换器被配置为,替换每个单独像素的所述颜色信息为与为每个单独像素确定的所述相关值相联系的替换的颜色信息,

其中,所述显示器进一步被配置为,显示其中的每个单独像素具有与所述相关值相联系的替换的颜色信息的图像。

损伤评估信息生成器

技术领域

[0001] 本发明涉及用于评估患者的损伤严重度的设备的方法,特别是,用于生成评估信息的损伤评估信息生成器的方法,此评估信息用以基于内窥镜彩色图像的颜色信息评估损伤严重度。

背景技术

[0002] 一般而言,损伤具有不同于正常粘膜组织颜色的颜色。随着彩色内窥镜设备性能的提高,识别其颜色与正常组织颜色稍微不同的损伤正成为可能。然而,为了获得基于内窥镜图像上如此微小的颜色差异来从正常组织区分出损伤的能力,彩色内窥镜设备的操作员需要由熟练人员长时间训练。另外,甚至对熟练的操作员来说,基于如此微小的颜色差异来从正常组织区分出损伤也不容易,并且这需要仔细的操作。鉴于此问题,电子内窥镜设备已被提出,其被配置为,进行颜色转化过程,此过程突出用白光捕捉的内窥镜图像数据中的颜色差异,以便更容易地识别损伤(例如,参见日本专利临时公布No.2009-106424,其在下文中被称为'424)。

发明内容

[0003] 由'424公开的电子内窥镜设备所生成的图像使得,相对于通常的内窥镜图像,从正常组织区分损伤更容易。但是,损伤根据其损伤严重度显示出细微的颜色变化。因此,尽管无经验的操作员可以使用如同'424中公开的方法从正常组织中区分损伤,但对于无经验的操作员来说,很难精确地评估损伤严重度。另外,甚至对于熟练的操作员来说,做出客观且可重复的评估是不可能的(不取决于操作员的技能水平)。这是因为,通常,损伤严重度是否被恰当地评估取决于基于操作员个人的经验和知识的图像阅读技能。

[0004] 本发明的各方面有益于提出一个或多个对于损伤评估信息生成器的改进方法,这些方法使得进行损伤严重度的客观且可重复的评估成为可能。

[0005] 根据本发明的各方面,提供了损伤评估信息生成器,其包括:图像数据取得器,其被配置为取得内窥镜彩色图像数据,此数据表示显示损伤的内窥镜图像;颜色信息确定器,其被配置为,基于取得的内窥镜彩色图像数据,确定包括在内窥镜图像中的每个像素的色相值和饱和度值;相关值确定器,其被配置为对于内窥镜图像的至少一部分像素确定相关值,此相关值表示每个单独像素的颜色信息与参考颜色数据之间的相关,其基于色相相关值,此相关值表示每个单独像素的已确定的色相值与参考颜色数据的参考色相值之间的相关,以及饱和度相关值,此相关值表示每个单独像素的已确定的饱和度值与参考颜色数据的参考饱和度值之间的相关;和评估值生成器,其被配置为,通过得到相关值的总和,生成评估内窥镜图像中损伤严重度的评估值,此相关值的总和从整合为每个单独像素确定的相关值得到。

[0006] 根据本发明的各方面,还提供了被配置为由与图像数据取得器结合的处理器实现的方法,其中的图像数据取得器被配置为,取得内窥镜彩色图像数据,此数据表示显示损伤

的内窥镜图像。此方法包括，基于取得的内窥镜彩色图像数据，确定包括在内窥镜图像中的每个像素的色相值和饱和度值；对于内窥镜图像的至少一部分像素确定相关值，此相关值表示每个单独像素的颜色信息与参考颜色数据之间的相关，其基于色相相关值，此相关值表示每个单独像素的已确定的色相值与参考颜色数据的参考色相值之间的相关，以及饱和度相关值，此相关值表示每个单独像素的已确定的饱和度值与参考颜色数据的参考饱和度值之间的相关；以及，通过得到相关值的总和，生成评估内窥镜图像中损伤严重度的评估值，此相关值的总和从整合为每个单独像素确定的相关值得到。

附图说明

- [0007] 图1为框图，图示了根据本发明各方面的实施方式中的电子内窥镜设备的配置。
- [0008] 图2为流程图，图示了根据本发明各方面的实施方式中的、由电子内窥镜设备的处理器执行的、损伤评估信息生成过程的程序。
- [0009] 图3为流程图，图示了根据本发明各方面的实施方式中的、作为损伤评估信息生成过程的子程序的图2所示的S11(探测损伤像素)的程序。
- [0010] 图4为根据本发明各方面的实施方式中的、通过绘制生物组织图像的像素数据而得到的散点图，其中的生物组织图像提取自大量炎症性肠病(IBD)患者的内窥镜图像数据。
- [0011] 图5为流程图，图示了根据本发明各方面的实施方式中的、作为损伤评估信息生成过程的子程序的图2所示的S13(确定每个损伤像素的分值)的程序。
- [0012] 图6A为根据本发明各方面的实施方式中的、取自大量IBD病例的血液样品数据的散点图，其中饱和度值未被修正。
- [0013] 图6B为根据本发明各方面的实施方式中的、取自大量IBD病例的血液样品数据的散点图，其中饱和度值已被修正。
- [0014] 图7A为根据本发明各方面的实施方式中的、血液样品数据以及内窥镜图像中损伤区域和正常区域的像素数据的散点图(分布图)，其中饱和度值未被修正。
- [0015] 图7B为根据本发明各方面的实施方式中的、血液样品数据以及内窥镜图像中损伤区域和正常区域的像素数据的散点图(分布图)，其中饱和度值已被修正。
- [0016] 图8A为图示了根据本发明各方面的实施方式中的、对于每个损伤像素的色相距离和饱和度距离如何被定义的示意图。
- [0017] 图8B为根据本发明各方面的实施方式中的、定义色相距离和色相相关值之间关系的色相相关表。
- [0018] 图8C为根据本发明各方面的实施方式中的、定义饱和度距离和饱和度相关值之间关系的饱和度相关表。
- [0019] 图9为根据本发明各方面的实施方式中的显示颜色表的概念图，此显示颜色表中相关值与预先设定的显示颜色相联系。
- [0020] 图10举例说明根据本发明各方面的实施方式中的、显示在显示器屏幕上的评估图像。

具体实施方式

- [0021] 应当注意，下文的描述中，元件之间提出了多样的连接。应当注意，除非特别说明，

一般而言这些连接可能是直接的或间接的,而且此种特殊说明无意就此成为限制性的。本发明的各方面可以实现于电路(例如专用集成电路)或作为计算机可读媒体上的可存储程序的计算机软件,计算机可读媒体包括但不限于RAM,ROM,闪存,EEPROM,CD媒体,DVD媒体,临时存储,硬盘驱动器,软盘驱动器,永久存储器,等等。

[0022] 在下文中,根据本发明的各方面的实施方式会参照说明书附图描述。

[0023] 图1为框图,图示了实施方式中的电子内窥镜设备1的配置。如图1所示,电子内窥镜设备1包括电子镜100,处理器200,显示器300,打印机400。

[0024] 处理器200包括系统控制器202和时序控制器206。系统控制器202被配置为执行存储于内存204的处理器可执行程序,并且整体上控制电子内窥镜设备1。另外,系统控制器202被配置为,根据用户(例如操作员或助手)通过操作面板208输入的指令,更新电子内窥镜设备1的多种设置。时序控制器206被配置为,向电子内窥镜设备1中的电路发送时钟脉冲,该时钟脉冲用以调整包括在电子内窥镜设备1中的单独元件的处理/操作的时序。

[0025] 处理器200包括光源230,其被配置为提供照明光至电子镜100。光源230包括灯232、灯电源234、凸透镜236和光量调整器240。灯232为高亮灯,其被配置为,灯电源234提供驱动电能时,发射白色照明光。例如,灯232的例子可以包括(但不限于)氙气灯、金属卤化物灯、水银灯和卤钨灯。灯232发射的照明光被凸透镜236聚焦,然后通过光量调整器240,被投射到电子镜100的LCB(光导束)102的入射端面。

[0026] 光量调整器240被配置为,在系统控制器202的控制下,调整入射到LCB102入射端面的照明光的量。光量调整器240包括快门242、马达243和驱动器244。驱动器244被配置为,产生驱动电流以驱动马达243,并向马达243提供驱动电流。快门242被配置为,当被马达243驱动时,改变可变的开口并且调整从开口发送的照明光的量。

[0027] 通过入射端面射入LCB102的照射光,通过LCB102发送并在LCB102的出射端面发射,出射端面置于电子镜100的远端部分。然后,通过配光透镜104,照明光被投射到物体上。物体的反射光通过物镜106发送,以在固态图像传感器108的光接收表面形成光学图像。

[0028] 固态图像传感器108是单色CCD(电子耦合器件)图像传感器,包括多种滤光片,例如IR(红外)截止滤光片108a和Bayer阵列彩色滤光片108b,其被置于传感器108的光接收表面上。固态图像传感器108被配置为,根据光接收表面上形成的光学图像,生成原色信号R(红)、G(绿)、B(蓝)。

[0029] 电子镜100还包括驱动器信号处理电路112,其被置于电子镜100的连接部分内。驱动器信号处理电路112被配置为,对于接收自固态图像传感器108的原色信号进行预先设定的信号处理(例如颜色插值,矩阵运算,和Y/C分离),以生成图像信号(例如照度信号Y,色差信号Cb和Cr),并发送生成的图像信号至处理器200的图像处理单元220。驱动器信号处理电路112被配置为,访问内存114以读取电子镜100的特定信息。电子镜100的特定信息包括,例如,像素个数、感光度、有效帧率和固态图像传感器108的型号。驱动器信号处理电路112还被配置为,发送从内存114读取的特定信息至系统控制器202。

[0030] 系统控制器202被配置为,基于电子镜100的特定信息,进行多种数学运算,并生成控制信号。另外,系统控制器202被配置为,利用生成的控制信号,控制处理器200中的电路的运算和时序,以执行适合于当前与处理器200连接的电子镜100的过程。

[0031] 时序控制器206被配置为,根据系统控制器202的时序控制,向驱动器信号处理电

路112和图像处理单元220提供时钟脉冲。驱动器信号处理电路112被配置为,根据时序控制器206提供的时钟脉冲,以与处理器200处理的图像帧率同步的时序,驱动并控制固态图像传感器108。

[0032] 图像处理单元220被配置为,在系统控制器202的控制下,基于从驱动器信号处理电路112接收到的图像信号,生成视频信号以在显示器300的屏幕上显示图像(例如内窥镜图像),并且发送生成的视频信号至显示器300。从而,通过显示在显示器300屏幕上的内窥镜图像,操作员可以做出(例如,在胃肠道内的)组织的诊断。

[0033] 处理器200经过NIC(网卡)210和网络500与服务器600连接。处理器200被配置为,从服务器600下载内窥镜检查的信息(例如患者电子病例的信息和操作员的信息)。下载的信息可以显示于,例如,显示器300的屏幕或操作面板208。另外,处理器200被配置为,向服务器600上传内窥镜检查的结果(例如内窥镜图像数据,内窥镜检查条件,图像分析结果,以及临床所见和操作员观点),以保存内窥镜检查的结果。

[0034] [损伤评估信息生成过程]

[0035] 图2为流程图,图示了由处理器200执行的损伤评估信息生成过程的程序。下述的损伤评估信息生成过程是在电子镜100成像的视野内进行炎症性肠病(IBD)损伤(例如脊液血色症损伤,包括水肿和出血损伤)严重度的客观评估的过程。在损伤评估信息生成过程中,一般而言,例如,按照位于光接收表面左上角的像素的预先设定的像素地址的顺序,对于内窥镜彩色图像数据中包含的每个单独的像素,确定被检查像素是否是成像为局部损伤的像素(下文中称为损伤像素)。然后确定分值,此分值表示由确定为损伤像素的、将局部损伤严重度成像的像素。对每个损伤像素确定分值后,基于全部确定的分值,确定评估损伤严重度的评估值(评估信息)。评估值是通过执行图2中所示的损伤评估信息生成过程所确定的可重复的数据。因此,通过取得评估值,操作员可以做出损伤严重度的客观评估。

[0036] [图2中的S11(探测损伤像素)]

[0037] 损伤评估信息生成过程(见图2)的S11中,处理器200确定被检查像素(x,y)是否为损伤像素。通过执行S11以探测损伤像素,下列步骤中被检查像素限于被探测的损伤像素。从而,减少损伤评估信息生成过程中被执行的运算的总数量是可能的。图3为流程图,图示了作为损伤评估信息生成过程的子程序的S11的程序。

[0038] (图3中的S11a)

[0039] S11a中(见图3),对于被检查像素(x,y),处理器200转化从驱动器信号处理电路112接收的图像信号(照度信号Y,色差信号Cb和Cr)为具有预先设定的矩阵系数的原色信号(R、G和B)。

[0040] (图3中的S11b)

[0041] S11b中,处理器200将由三原色R、G和B定义的RGB颜色空间中的像素值(R(x,y),G(x,y),B(x,y))转化为由三个因子色相、饱和度和亮度定义的HSI(色相-饱和度-亮度)颜色空间中的像素值(H(x,y),S(x,y),I(x,y))。已转化的像素值(H(x,y),S(x,y),I(x,y))存储于图像处理单元220中的内存220a。应当注意,RGB颜色空间中的像素值(R(x,y),G(x,y),B(x,y))可以被转化为由三个因子色相、饱和度和明度定义的HSV(色相-饱和度-明度)颜色空间中的像素值(H(x,y),S(x,y),V(x,y)),而不是HSI颜色空间中的像素值(H(x,y),S(x,y),I(x,y))。

[0042] (图3中的S11c)

[0043] S11c中,基于H(x,y) (即,像素(x,y)的色相)和S(x,y) (即,像素(x,y)的饱和度),处理器200确定被检查像素(x,y)是否是损伤像素。图4图示了,作为S11c使用的参考数据的,通过绘制生物组织图像的像素数据(即,H(x,y)和S(x,y)的数据对)得到的散点图,其中生物组织图像的像素数据从大量IBD患者的内窥镜图像数据中提取。图4所示的散点图被分割为由长短虚线所围的区域A和不同于区域A的区域B。区域A包括,由熟练掌握诊断性内窥镜检查的医生确定的、将IBD发炎点成像的像素中大多数像素数据。区域B包括,由熟练掌握诊断性内窥镜检查的医生确定的、将正常点成像的像素中大多数像素数据。这样,区域A和B是基于发明人的经验和知识被定义的,并被视作发明人的研究成果(可交付成果)。

[0044] S11c中,处理器200确定被检查像素(x,y)的像素数据(H(x,y),S(x,y))是否被绘制于区域A。特别地,当确定下面的表达式(1)和(2)被满足时(S11c:是),处理器200确定被检查像素(x,y)的像素数据(H(x,y),S(x,y))被绘制于区域A。同时,当确定表达式(1)和(2)中至少一个不被满足时(S11c:否),处理器200确定被检查像素(x,y)的像素数据(H(x,y),S(x,y))不被绘制于区域A。应当注意,表达式(1)和(2)中, δ_{H1} 、 δ_{S1} 和 δ_{S2} 为可由操作员设定的修正值。操作员可以根据需要通过改变修正值 δ_{H1} 、 δ_{S1} 和 δ_{S2} 来调整S11c中的确定的严密性(灵敏度)。

$$[0045] \quad 130 + \delta_{H1} \leq H(x,y) \quad \text{表达式 (1)}$$

$$[0046] \quad 60 + \delta_{S1} \leq S(x,y) \leq 100 + \delta_{S2} \quad \text{表达式 (2)}$$

[0047] (图3中的S11d)

[0048] 将被绘制于区域A的具有像素数据(H(x,y),S(x,y))的像素(x,y)被确定为将IBD发炎点成像的像素(即,损伤像素)(S11c:是)。内存220a存储了标志表,其包含标志f(x,y),标志f(x,y)对应包括在内窥镜彩色图像数据内的每个像素(x,y)。S11d中,处理器200将已确定为损伤像素的像素(x,y)对应的标志f(x,y)设定为值“1”。

[0049] (图3中的S11e)

[0050] 同时,将被绘制于区域B的具有像素数据((H(x,y),S(x,y))的像素(x,y)被确定为将正常组织成像的像素(S11c:否)。S11e中,处理器200将已确定为将正常组织成像的像素(x,y)对应的标志f(x,y)设定为值“0”。

[0051] [图2中的S12(确定标志值)]

[0052] S12中(见图2),处理器200确定S11d或S11e中设定的标志f(x,y)的值是否等于“1”。当确定设定的f(x,y)的值等于“1”(S12:是),处理器200转到S13,其中处理器200确定(计算)对于被检查像素(x,y)的发炎点的分值。同时,当确定设定的f(x,y)的值等于“0”(S12:否),处理器200转到S16而不执行S13至S15,因为处理器200不需要确定被检查像素的分值。

[0053] [图2中的S13(确定每个损伤像素的分值)]

[0054] S13中,处理器200确定(计算)被检查像素(x,y)的发炎点的分值。图5为流程图,图示了作为损伤评估信息生成过程的子程序的S13的程序。

[0055] (图5中的S13a)

[0056] S13a(见图5)中,处理器200从内存220a中读取被检查的损伤像素(x,y)的像素数据(H(x,y),S(x,y),I(x,y))。

[0057] (图5中的S13b)

[0058] 照明物体的照明光的照度在视野中并不小的角度内是不均匀的。而且,已知的是,IBD的炎症伴随着血管的扩张和血浆组分从血管中的泄露,以及发炎点上的表面上的正常粘膜随着IBD症状的进展而更多地掉落。因此,同样已知的是,随着IBD症状的进展,发炎点的颜色变得更接近于血液颜色。而且,已知的是,血液颜色的饱和度和亮度具有互相之间的负相关。从这些事实,发明人获得了下列发现和知识。由于照明光照度的不均匀,发炎点的亮度包含潜在误差,而且亮度的误差对发炎点的饱和度有影响,其中发炎点的颜色接近于血液颜色(就是说,由于照明光照度的不均匀,发炎点的饱和度具有误差)。这样,S13b中,处理器200基于亮度值I(x,y)修正被检查的损伤像素(x,y)的饱和度值S(x,y)。特别地,在S13b中,饱和度值S(x,y)基于表达式(3)被修正。

$$[0059] \begin{bmatrix} INT_{\text{correction}} \\ SAT_{\text{correction}} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \cos \theta & -\sin \theta \\ \sin \theta & \cos \theta \end{bmatrix} \begin{bmatrix} INT \\ SAT \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} REFER_{\text{INT}} \\ REFER_{\text{SAT}} \end{bmatrix} \quad \text{表达式 (3)}$$

[0060] 表达式(3)中,INT和SAT分别表示被检查的损伤像素(x,y)的亮度值I(x,y)和饱和度值S(x,y)。REFER_INT和REFER_SAT分别表示作为参考值的血液样本数据的亮度值和饱和度值。 θ 表示对应于血液样本数据的亮度值与饱和度值之间的相关系数的角度。INT_correction和SAT_correction分别表示被检查的损伤像素(x,y)的已修正的亮度值和已修正的饱和度值。应当注意,发明人发现,血液样本数据的亮度值与饱和度值之间的相关系数被确定为-0.86($\theta=149.32$)。

[0061] 这样,通过使用亮度值I(x,y)修正饱和度值S(x,y),修正由照明光照度的不均匀引起的饱和度值S(x,y)的误差是可能的。

[0062] 图6A和6B为从大量IBD病例中取得的血液样本数据的散点图。图6A和6B中,纵轴表示饱和度值S,横轴表示亮度值I。图6A为散点图,其中,饱和度值S没有使用表达式(3)修正。图6B为散点图,其中,饱和度值S使用表达式(3)修正。如图6A所示,血液样本数据具有广泛变化的饱和度值S。同时,如图6B所示,使用了表达式(3)的修正抑制血液样本数据的饱和度值S的变化。就是说,血液样本数据的饱和度值S大体上为常数,而不管其亮度值I。

[0063] 图7A和7B为血液样本数据和内窥镜图像中区域R₁、R₂和R₃的像素数据的散点图(分布图)。另外,图7A图示了内窥镜图像,以视觉化可识别的方式展示内窥镜图像与区域R₁、R₂和R₃之间的对应关系。区域R₁和R₂为包括损伤像素的损伤区域。区域R₃为包括将正常组织成像的像素的正常区域。图7A和7B中,纵轴表示色相值H(x,y),横轴表示饱和度值S(x,y)。图7A为分布图,其中,饱和度值S(x,y)没有使用表达式(3)修正,而且在血液样本数据的单独个体间广泛变化。图7B为分布图,其中,饱和度值S(x,y)使用表达式(3)修正,以抑制血液样本数据的饱和度值S(x,y)的变化。

[0064] 如上所述,发炎点上的表面上的正常粘膜随着IBD症状的进展而更多地掉落,使得发炎点的颜色变成更亮的红色(有更高饱和度的红色),以更接近血液颜色。同时,随着IBD症状减轻,发炎点上的表面的正常粘膜的更厚的层在保持,使得发炎点的颜色变成更暗的红色(有更低饱和度的红色)。因此,更严重的发炎点具有与血液颜色更高的相关。在图7A和7B所示的例子中,损伤区域R₁的IBD症状比损伤区域R₂的IBD症状严重。如图7A所示,未被修正的饱和度值S(x,y)中,损伤区域R₁和损伤区域R₂间有微小的差异,原因是照明光照度的不

均匀导致的饱和度值 $S(x, y)$ 的变化。然而,可以识别出,相对于损伤区域 R_2 的饱和度值,损伤区域 R_1 的饱和度值更接近于血液样品数据的饱和度值。同时,如图7B所示,已被修正的饱和度值 $S(x, y)$ 中,损伤区域 R_1 和损伤区域 R_2 间有更多的确定的差异,因为照明光强度的不均匀导致的饱和度值 $S(x, y)$ 的变化被抑制了。另外,可以清晰地识别出,损伤区域 R_1 的饱和度值更接近于血液样品数据的饱和度值。这样,相对于未修正的饱和度值 $S(x, y)$,修正的饱和度值 $S(x, y)$ 更准确地反应发炎点的严重度。因此,通过修正饱和度值 $S(x, y)$,改善评估炎症严重度的准确性是可能的。

[0065] (图5中的S13c)

[0066] S13(见图2)中,处理器200基于一般规则确定(计算)相关值(分值),此规则为,图7B所示的分布图上数据点彼此更接近地分布,则数据点互相之间更接近地相关。图8A提供关于确定相关值的过程的补充解释。图8A中,饱和度值 $S(x, y)$ 已被修正,损伤像素的色相值 $H(x, y)$ 与血液样本数据的重心C的中心的色相值 $H(x_c, y_c)$ 间的距离被定义为色相距离 D_{HUE} 。另外,损伤像素的已修正的饱和度值 $S(x, y)$ 与血液样本数据的重心C的中心的已修正的饱和度值 $S(x_c, y_c)$ 间的距离被定义为饱和度距离 D_{SAT} 。

[0067] 图8B为色相相关表,定义了色相距离 D_{HUE} 与色相相关值 HCV 之间的关系。例如,色相相关值 HCV 可以是标准化的值(从 0.0 到 1.0)。色相相关表存储于内存 220a。图8B中,当损伤像素的色相距离 D_{HUE} 等于 0 时,损伤像素的色相值 $H(x, y)$ 与血液样本数据的重心 C 的中心的色相值 $H(x_c, y_c)$ 一致。当损伤像素的色相距离 D_{HUE} 小于 0 时(即,当其具有负值时),损伤像素的色相值 $H(x, y)$ 小于血液样本数据的重心 C 的中心的色相值 $H(x_c, y_c)$ 。当损伤像素的色相距离 D_{HUE} 大于 0 时(即,当其具有正值时),损伤像素的色相值 $H(x, y)$ 大于血液样本数据的重心 C 的中心的色相值 $H(x_c, y_c)$ 。当损伤像素的色相距离 D_{HUE} 在 -30 度到 +30 度的范围(下文中称为“色相估计范围 R_{11} ”)内时,对于损伤像素的发炎点具有与血管的红色相同或接近的颜色。因此,如图8B所示,在色相估计范围 R_{11} 中,色相距离 D_{HUE} 的绝对值越小,色相相关值 HCV 越大(即,色相相关值 HCV 越接近于 1)。同时,当损伤像素的色相距离 D_{HUE} 在色相估计范围 R_{11} 之外(下文中称为“超越色相估计范围 R_{12} ”)时,对于损伤像素的发炎点具有不再与血管的红色接近的颜色。因此,如图8B所示,在超越色相估计范围 R_{12} 中,色相相关值 HCV 均匀地等于 0。

[0068] S13c 中,处理器200确定被检查的损伤像素 (x, y) 的色相距离 D_{HUE} 是否在色相估计范围 R_{11} 内。

[0069] (图5中的S13d)

[0070] 当确定被检查的损伤像素 (x, y) 的色相距离 D_{HUE} 在色相估计范围 R_{11} 内时(S13c:是),处理器200,根据色相距离 D_{HUE} ,依照色相相关表,向被检查的损伤像素 (x, y) 提供色相相关值 HCV(S13d)。

[0071] (图5中的S13e)

[0072] 当确定被检查的损伤像素 (x, y) 的色相距离 D_{HUE} 在超越色相估计范围 R_{12} 内时(S13c:否),处理器200,依照色相相关表,向被检查的损伤像素 (x, y) 提供等于 1 的色相相关值 HCV(S13e)。

[0073] (图5中的S13f)

[0074] 图8C为饱和度相关表,定义了饱和度距离 D_{SAT} 与饱和度相关值 SCV 之间的关系。例

如,饱和度相关值SCV可以是标准化的值(从0.0到1.0)。饱和度相关表存储于内存220a。图8C中,当损伤像素的饱和度距离 D_{SAT} 等于0时,损伤像素的饱和度值 $S(x, y)$ 与血液样本数据的重心C的中心的饱和度值 $S(x_c, y_c)$ 一致。当损伤像素的饱和度距离 D_{SAT} 小于0时(即,当其具有负值时),损伤像素的饱和度值 $S(x, y)$ 小于血液样本数据的重心C的中心的饱和度值 $S(x_c, y_c)$ 。当损伤像素的饱和度距离 D_{SAT} 大于0时(即,当其具有正值时),损伤像素的饱和度值 $S(x, y)$ 大于血液样本数据的重心C的中心的饱和度值 $S(x_c, y_c)$ 。当损伤像素的饱和度距离 D_{SAT} 在大于等于0的范围(下文中称为“饱和度一致范围 R_{21} ”)内时,对应于损伤像素的发炎点处于严重发炎状态,此时,正常粘膜掉落,而且发炎点具有与血液的亮红色非常接近的颜色。因此,如图8C所示,在饱和度一致范围 R_{21} ,饱和度相关值SCV均匀地等于0。另外,当损伤像素的饱和度距离 D_{SAT} 在小于0且大于等于预先设定值PV的范围(下文中称为“饱和度估计范围 R_{22} ”)内时,对应于损伤像素的发炎点处于严重发炎状态(但是,其严重度不如饱和度一致范围 R_{21} 严重),此时,正常粘膜掉落,而且发炎点具有与血液的亮红色接近的颜色。因此,如图8C所示,在饱和度估计范围 R_{22} 中,饱和度距离 D_{SAT} 的绝对值越小,饱和度相关值SCV越大(即,饱和度相关值SCV越接近于1)。这是因为,饱和度距离 D_{SAT} 的绝对值越小,发炎点的颜色越接近于血液的亮红色。另外,当损伤像素的饱和度距离 D_{SAT} 在小于预先设定值PV的范围(下文中称为“超越饱和度估计范围 R_{23} ”)内时,对应于损伤像素的发炎点具有正常粘膜的厚的层,并因此具有暗红色。所以,如图8C所示,在超越饱和度估计范围 R_{23} 中,饱和度相关值SCV均匀地等于0。

[0075] S13f中,处理器200确定被检查的损伤像素 (x, y) 的饱和度距离 D_{SAT} 在饱和度一致范围 R_{21} 、饱和度估计范围 R_{22} 、超越饱和度估计范围 R_{23} 中的哪一个范围内。

[0076] (图5中的S13g)

[0077] 当确定被检查的损伤像素 (x, y) 的饱和度距离 D_{SAT} 在饱和度一致范围 R_{21} 内时(S13f: R_{21}),处理器200,依照饱和度相关表,向被检查的损伤像素 (x, y) 提供等于1的饱和度相关值SCV(S13g)。

[0078] (图5中的S13h)

[0079] 当确定被检查的损伤像素 (x, y) 的饱和度距离 D_{SAT} 在饱和度估计范围 R_{22} 内时(S13f: R_{22}),处理器200,根据饱和度距离 D_{SAT} ,依照饱和度相关表,向被检查的损伤像素 (x, y) 提供饱和度相关值SCV(S13h)。

[0080] (图5中的S13i)

[0081] 当确定被检查的损伤像素 (x, y) 的饱和度距离 D_{SAT} 在超越饱和度估计范围 R_{23} 内时(S13f: R_{23}),处理器200,依照饱和度相关表,向被检查的损伤像素 (x, y) 提供等于0的饱和度相关值SCV(S13i)。

[0082] (图5中的S13j)

[0083] S13j中,通过将提供给被检查的损伤像素的色相相关值HCV乘以饱和度相关值SCV,处理器200取得被检查的损伤像素 (x, y) 与血液样本数据间的相关值CV(从0.0到1.0)。这样,通过计算基于色相值和饱和度值的二维信息的、被检查的损伤像素 (x, y) 与血液样本数据间的相关值,取得准确地表示发炎点严重度的信息是可能的。

[0084] [图2中的S14(整合相关值CV)]

[0085] S14中(见图2),处理器200将S13确定的被检查的损伤像素 (x, y) 的相关值CV,加到

所有对于单独损伤像素确定的相关值CV的总和。这样,通过整合单独损伤像素的相关值CV,取得客观且可重复的评估值(即,不取决于操作员技能水平的评估信息),以量化炎症的严重度是可能的。

[0086] [图2中的S15(颜色替换过程)]

[0087] 内存220a存储显示颜色表,其中相关值CV与预先设定的显示颜色相联系。图9为显示颜色表的概念图。如图9所示,显示颜色表有11阶,每一个与一预先设定的显示颜色相联系,相关值CV(从0.0到1.0)在其中归类。S15中,处理器200,依照显示颜色表,将被检查像素(x,y)的颜色信息替换为,与为被检查像素(x,y)确定的相关值CV相联系的显示颜色的颜色信息。例如,随着为被检查像素(x,y)确定的相关值CV更接近0,被检查像素(x,y)的颜色信息可以被替换为更冷的颜色的颜色信息。同时,随着为被检查像素(x,y)确定的相关值CV更接近1,被检查像素(x,y)的颜色信息可以被替换为更暖的颜色的颜色信息。

[0088] [图2中的S16(确定完成全部像素的评估)]

[0089] S16中,处理器200确定S11至S15的评估是否对全部像素完整地进行了。当确定评估没有对全部像素完整进行时(即,存在没有进行评估的剩下的像素)(S16:否),处理器200回到S11。

[0090] [图2中的S17(已评估的图像的显示)]

[0091] 当确定评估已对全部像素完整地进行时(S16:是),处理器200转到S17,此时处理器200在显示器300的屏幕上显示评估图像。图10举例说明评估图像。如图10所示,评估图像包含内窥镜图像,其中每个损伤像素的颜色信息在S15中已被替换(见图2)。如图10所示,内窥镜图像为灰阶图像,其中,根据对应于每一个像素的发炎点的严重度,每一个像素具有11阶颜色中的一个。因此,操作员可以无困难地视觉化地识别视野中的位置和每个单独发炎点的严重度。

[0092] 另外,评估图像中,从整合全部损伤像素的相关值CV而得到的总和被显示为炎症的评估信息(即,从0到相当于像素个数的值的范围内的评估值)。在图10所示的例子中,显示“SCORE:1917”。这样,根据实施方式,炎症的严重度被评估,并被显示为客观且可重复的值。因此,操作员可以客观地领会炎症的严重度。

[0093] 目前,IBD炎症的严重度根据医学评估分为四个水平,医学评估例如利用MAYO分值。同时,最近,获知的是,粘膜治疗的成果与缓解期之间存在相关。因此,IBD疗法对相当于MAY0或MAY1的IBD温和病例做具体的评估被认为是有效的。实施方式中,炎症的严重度被显示为从0到相当于像素个数的值的范围内的数值,使得操作员可以进行炎症严重度的更具体的评估。相应的,实施方式中,对相当于MAY0或MAY1的IBD温和病例进行更具体的评估是可能的。这样,根据实施方式的评估对IBD疗法是有效的。

[0094] 上文中,已经描述根据本发明的各方面的实施方式。本发明可以通过利用传统的材料、方法和设备实现。相应地,这些材料、方法和设备的细节没有被具体地提出。上面的描述中,提出了很多具体细节(如特定的材料,结构,化学物质,过程,等等),以提供对本发明彻底的理解。然而,应当认识到,无需重复描述到具体的细节,本发明仍可以实现。其他实施例中,为了不想非必要地模糊本发明,已知的处理结构没有被具体描述。

[0095] 现有公开只表现和描述了本发明典型的实施方式以及其多动能性的几个例子。应该理解为,本发明能够在多种其他组合和环境中使用,而且能够在本文所述的发明构思的

范围内改变或修改。例如，下面的修改是可能的。

[0096] 上述实施方式中，相关值CV是对于损伤像素确定的。然而，相关值CV可以对于全部像素确定。

[0097] 上述实施方式中，CCD图像传感器被用作固态图像传感器108。然而，也可以利用其他固态图像传感器，例如CMOS(互补金属氧化物半导体)图像传感器。

[0098] 上述实施方式中，利用的是，包括含原色R,G,和B的Bayer阵列彩色滤光片108b的固态图像传感器108。然而，也可以利用包括含互补色Cy(蓝绿),Mg(洋红),Ye(黄),和G(绿)的彩色滤光片的其他固态图像传感器。

[0099] 上述实施方式中，本发明的各方面应用于IBD内窥镜检查。但是，本发明的各方面可以应用于其他疾病的内窥镜检查。

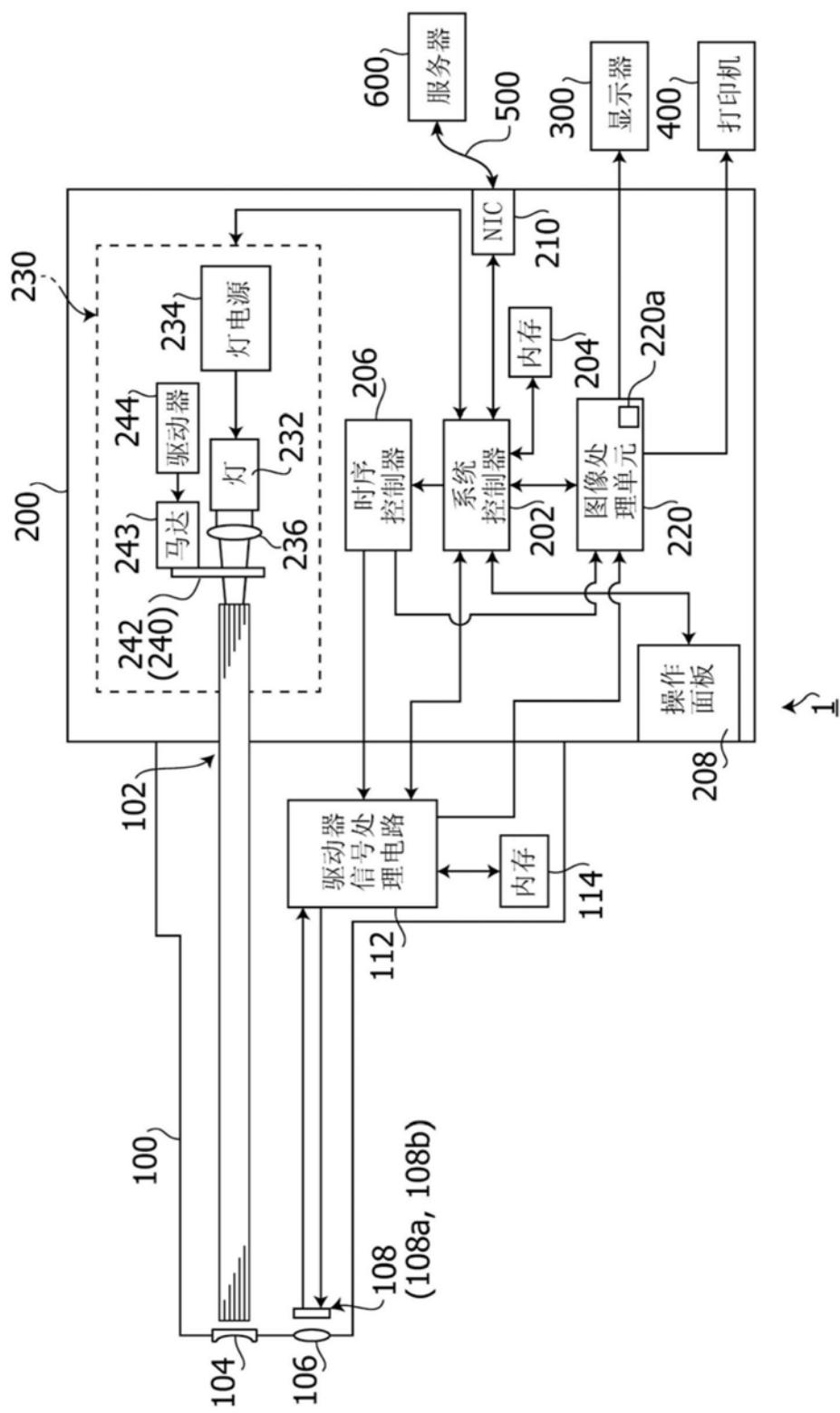


图1

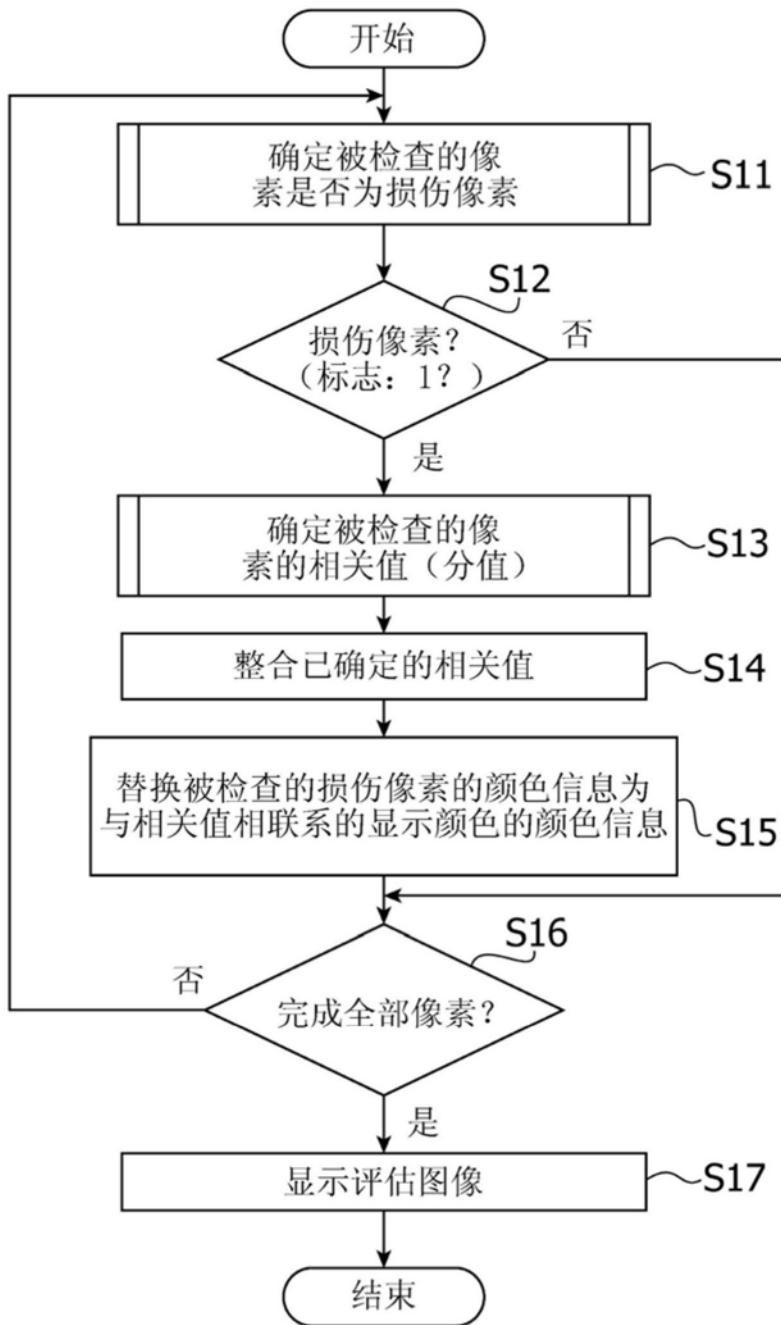


图2

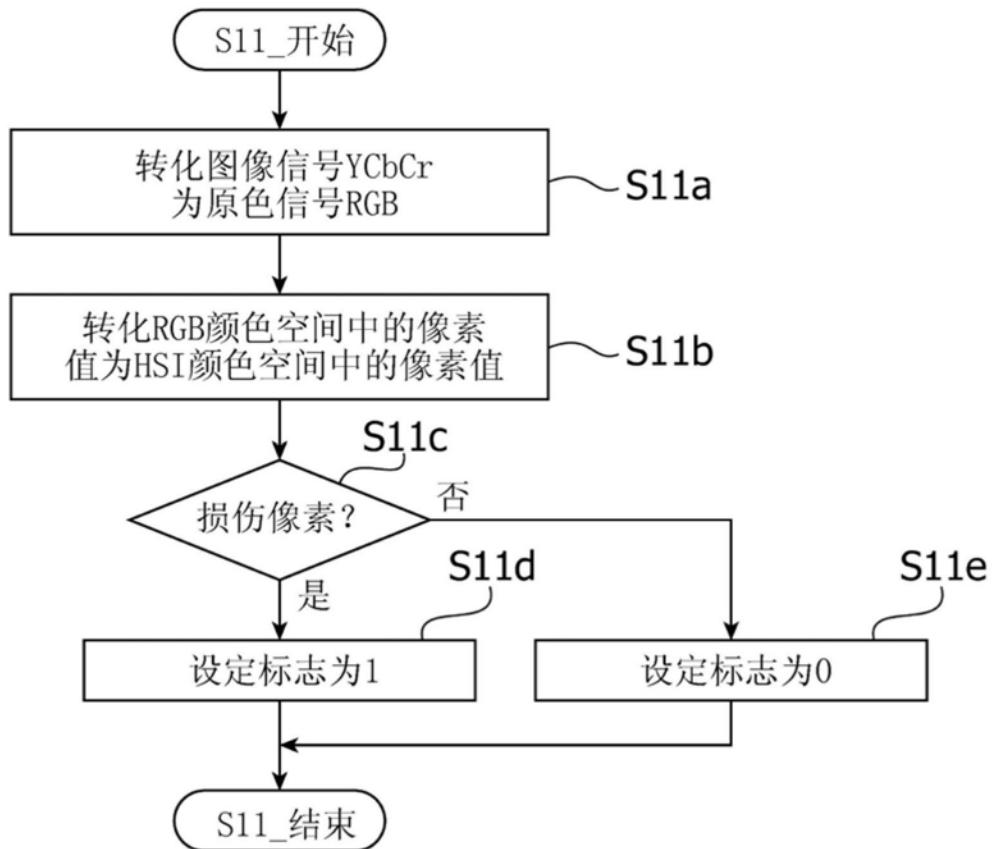


图3

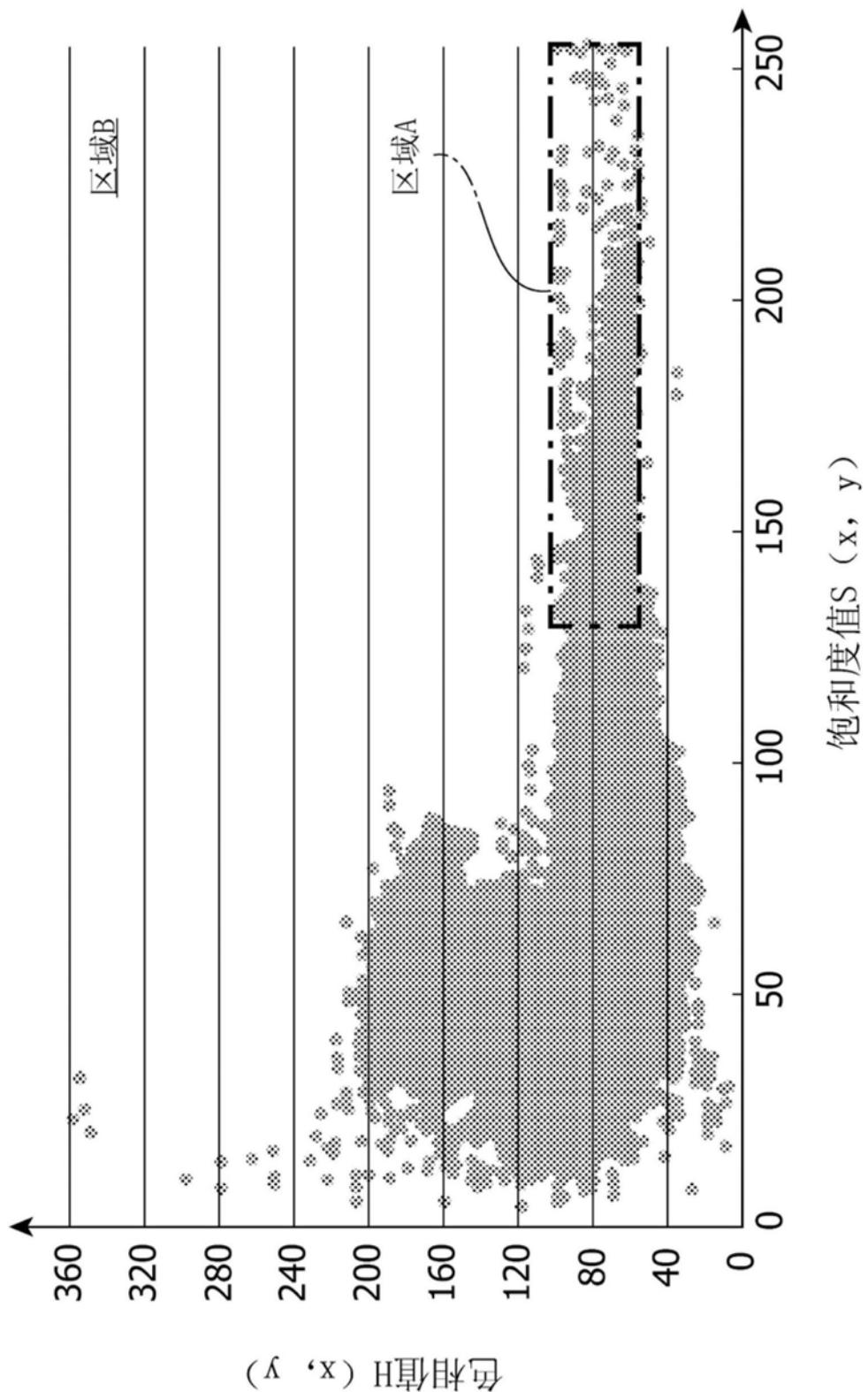


图4

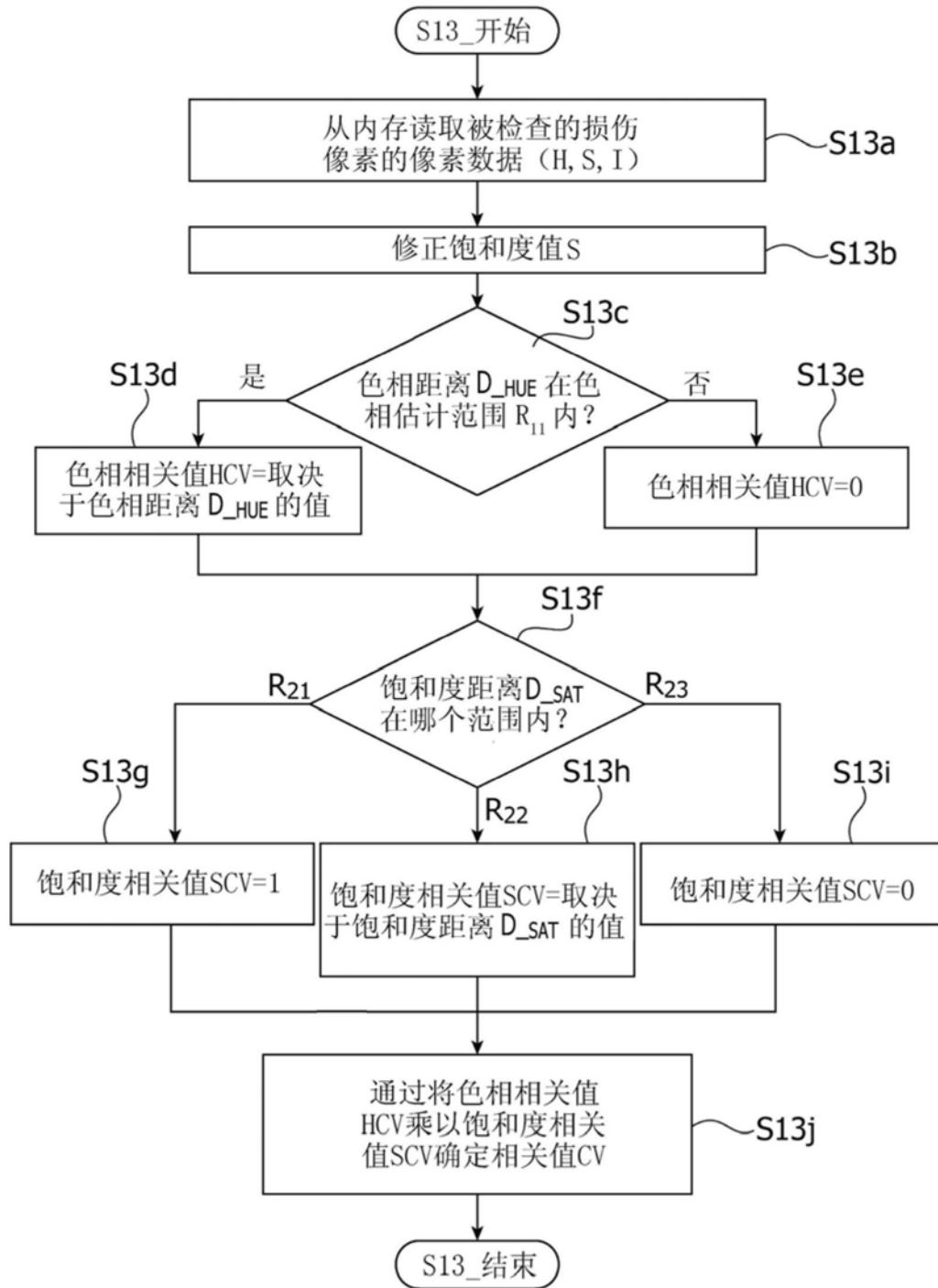


图5

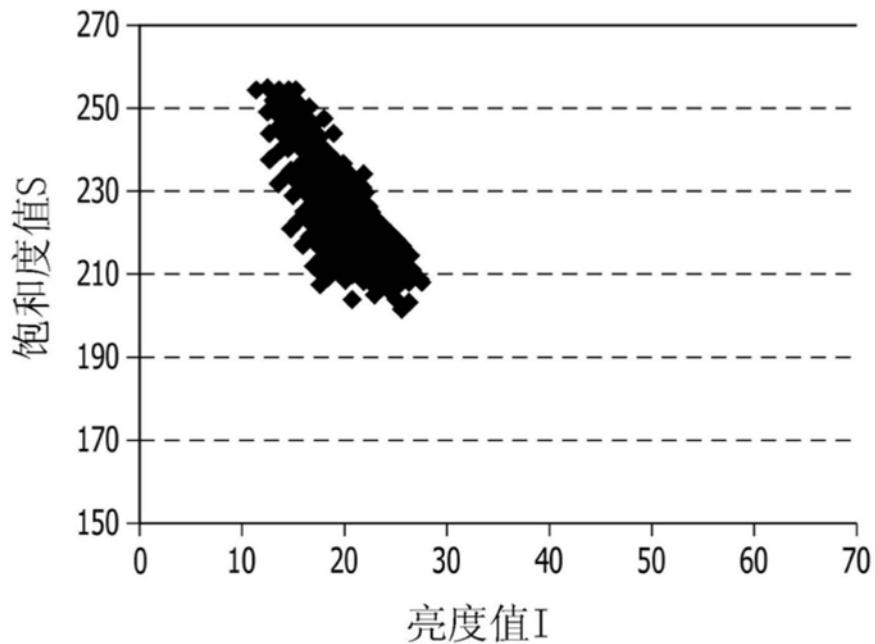


图6A

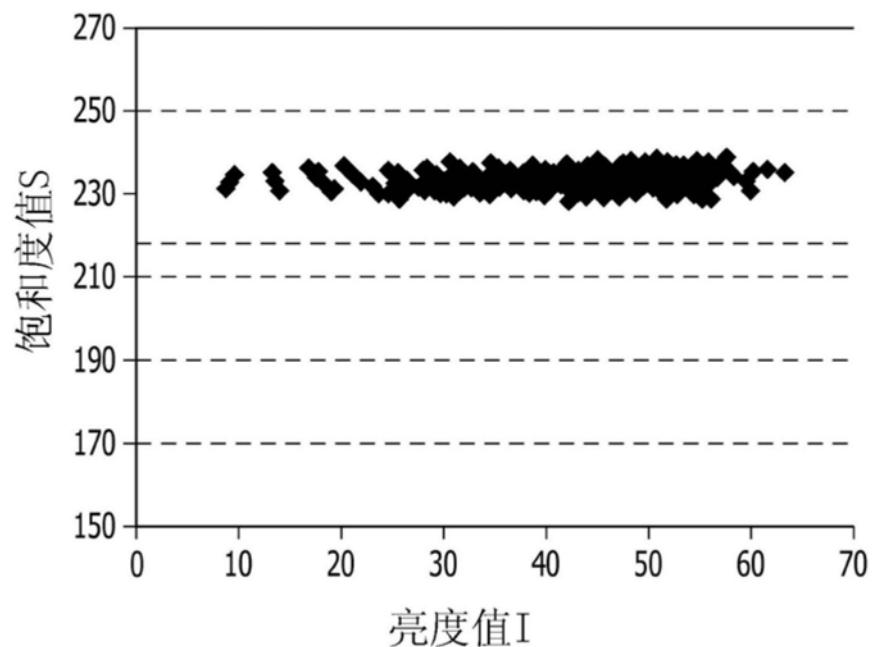


图6B

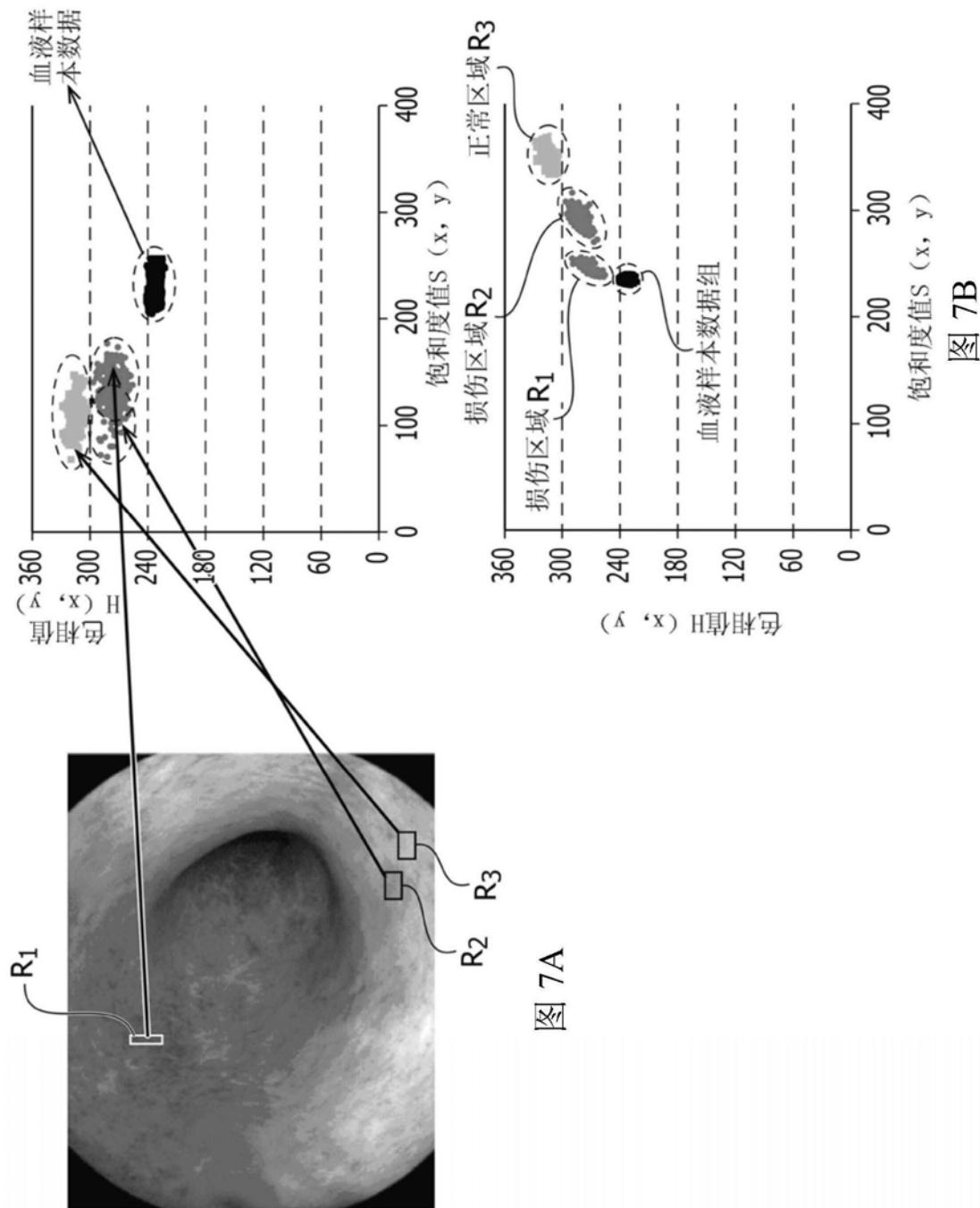


图 7A

图 7B

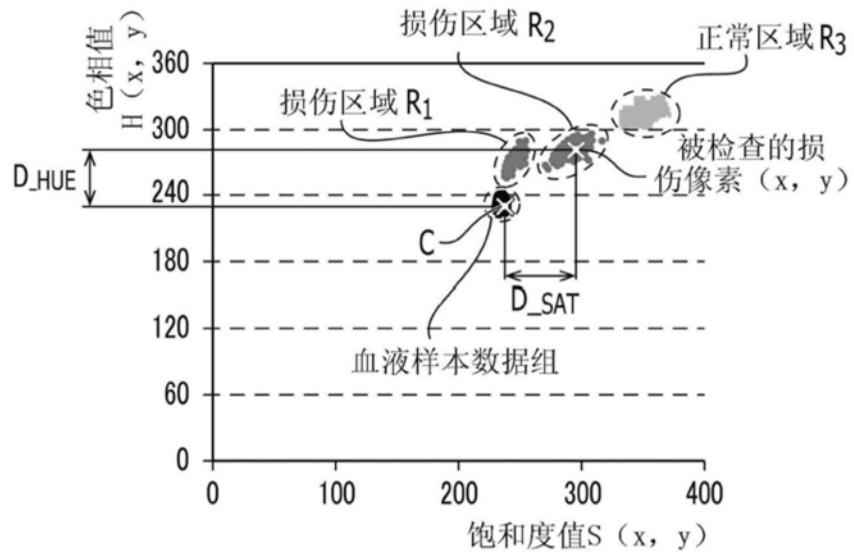


图8A

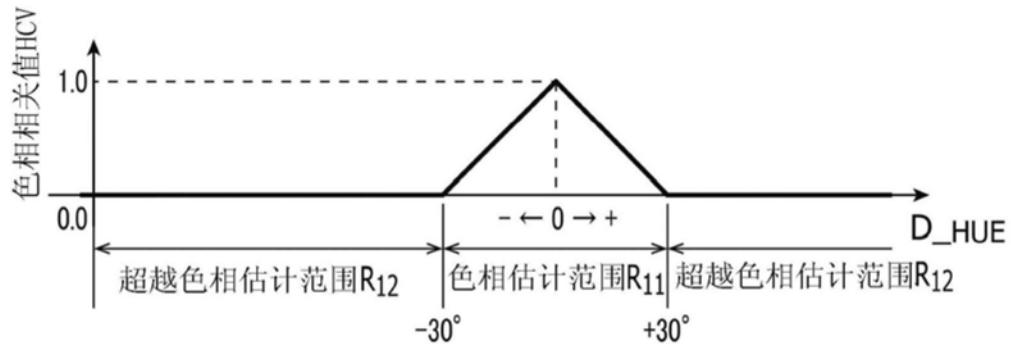


图8B

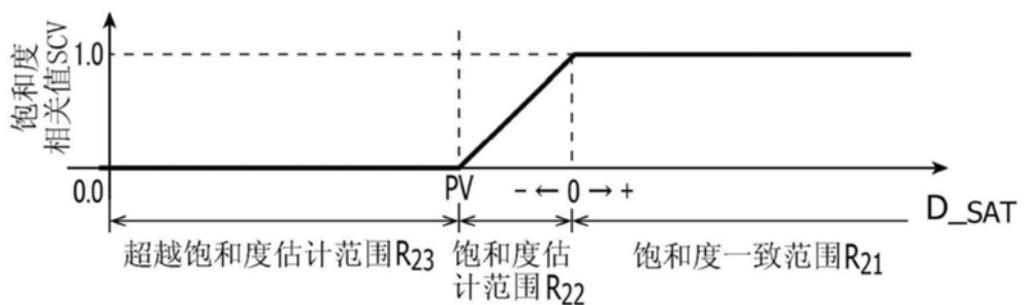


图8C

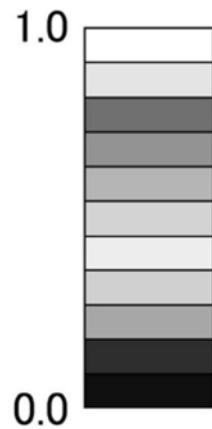


图9

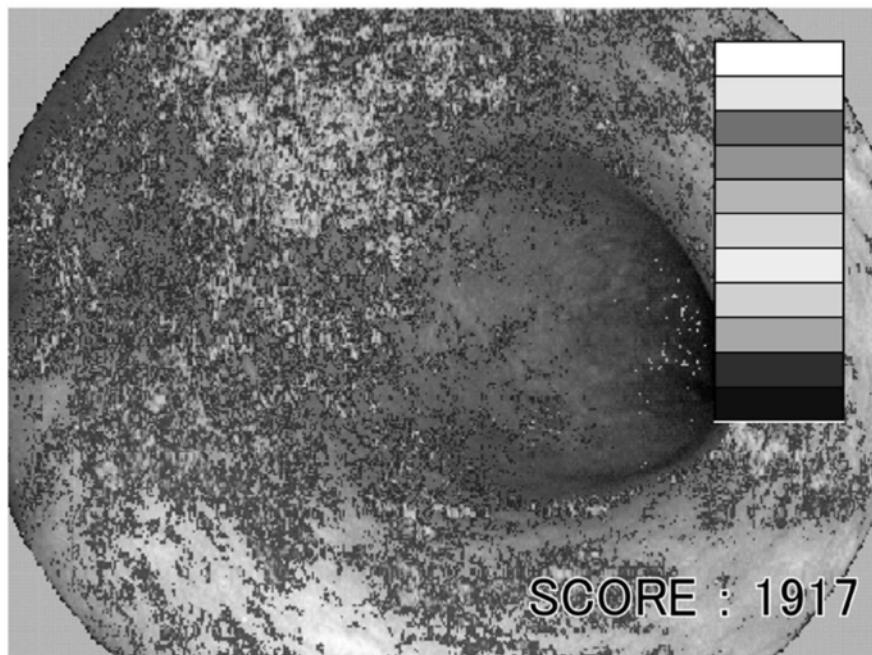


图10

专利名称(译)	损伤评估信息生成器		
公开(公告)号	CN104116485B	公开(公告)日	2017-08-22
申请号	CN201410168802.3	申请日	2014-04-24
[标]申请(专利权)人(译)	保谷股份有限公司 国立大学法人京都大学		
申请(专利权)人(译)	HOYA株式会社 国立大学法人京都大学		
当前申请(专利权)人(译)	HOYA株式会社 国立大学法人京都大学		
[标]发明人	池本洋祐 仲瀬裕志 松浦稔 吉野琢哉 樋口浩和		
发明人	池本洋祐 仲瀬裕志 松浦稔 吉野琢哉 樋口浩和		
IPC分类号	A61B1/05		
CPC分类号	A61B1/00009 A61B1/0005 G06T7/0014 G06T7/90 G06T2207/10024 G06T2207/10068 G06T2207/30096		
代理人(译)	程伟 王锦阳		
优先权	2013094730 2013-04-26 JP		
其他公开文献	CN104116485A		
外部链接	Espacenet Sipo		

摘要(译)

本发明涉及损伤评估信息生成器及其方法。一种损伤评估信息生成器，包括颜色信息确定器，其基于取得的内窥镜彩色图像数据，确定内窥镜图像的每个像素的色相值和饱和度值，相关值确定器，其对于内窥镜图像的至少一部分像素，基于每个单独像素的色相值与参考颜色数据的参考色相值之间色相相关值，和每个单独像素的饱和度值与参考颜色数据的参考饱和度值之间的饱和度相关值，确定每个单独像素的颜色信息与参考颜色数据之间的相关值，和评估值生成器，其通过整合每个单独像素的相关值，生成评估内窥镜图像中损伤的严重度的评估值。

