



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 105942960 A

(43)申请公布日 2016.09.21

(21)申请号 201610513995.0

(22)申请日 2016.07.01

(71)申请人 华中科技大学

地址 430074 湖北省武汉市洪山区珞喻路
1037号

(72)发明人 宋恩民 余锋 黄宇栋 程宁
刘宏

(74)专利代理机构 武汉东喻专利代理事务所
(普通合伙) 42224

代理人 方可

(51)Int.Cl.

A61B 1/07(2006.01)

A61B 1/04(2006.01)

A61B 5/00(2006.01)

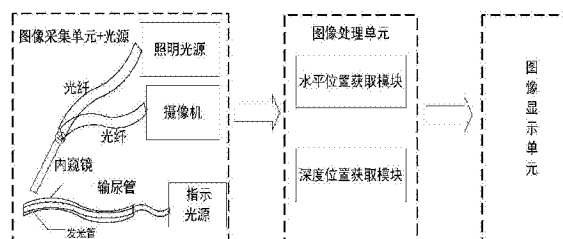
权利要求书2页 说明书6页 附图2页

(54)发明名称

一种可指示输尿管位置的内窥镜系统及方法

(57)摘要

本发明公开了一种可指示输尿管位置的内窥镜系统及方法,其系统包括光源、图像采集单元、图像处理单元和图像显示单元;图像采集单元包括内窥镜和摄像机,在光源提供的明暗交替的光照条件下采集明暗交替的图像;图像处理单元对暗图像中的输尿管信息进行中心线提取,提取到的中心线即代表输尿管的水平位置信息;同时根据暗图像上导光管对应位置的灰度信息获取输尿管的深度信息,根据水平位置信息和深度信息生成能准确指示输尿管位置的内窥镜图像;将本发明提供的这种内窥镜系统及方法应用于手术时,可实时显示输尿管的位置,既可以提高手术的效率,也可以降低因输尿管位置不便观察导致医疗事故的概率。



1. 一种可指示输尿管位置的内窥镜系统,其特征在于,包括光源、图像采集单元和图像处理单元;所述图像处理单元具有用于连接外部显示装置的接口;

所述光源用于提供明暗交替的光照条件;

所述图像采集单元用于在明暗交替的光照条件下采集获得亮图像和暗图像;

所述图像处理单元用于对所述暗图像进行中心线提取,将中心线融合到同周期的亮图像中获取输尿管的水平位置信息;并用于根据暗图像的灰度信息估算输尿管的深度信息;并用于根据所述水平位置信息和深度信息生成能准确指示输尿管位置的内窥镜图像。

2. 如权利要求1所述的内窥镜系统,其特征在于,所述内窥镜系统还包括图像显示单元,其输入端连接图像处理单元的所述接口;所述图像显示单元用于实时显示图像处理单元生成的内窥镜图像。

3. 如权利要求1或2所述的内窥镜系统,其特征在于,所述图像处理单元包括水平位置获取模块和深度位置获取模块;

所述水平位置获取模块用于对暗图像进行中心线提取,根据中心线获得输尿管的水平位置信息,并将所述水平位置信息显示在亮图像上;所述深度位置获取模块用于根据暗图像的灰度信息实时估算输尿管深度信息,并将获取的深度信息通过不同的颜色显示在亮图像上。

4. 如权利要求1或2所述的内窥镜系统,其特征在于,所述光源包括照明光源、指示光源和导光管;所述照明光源的亮、暗强度可调,开关频率可调,用于提供明暗交替的光照条件;所述指示光源用于给导光管提供光源,使导光管发光。

5. 如权利要求4所述的内窥镜系统,其特征在于,所述导光管是明暗相间的导光管;所述明暗相间的导光管使得暗图像上与导光管对应的区域上暗区域与透光区域交替分布;根据暗图像上透光区域图像像素的灰度值统计获取输尿管的深度信息。

6. 一种基于权利要求1~5所述的内窥镜系统的指示输尿管位置的方法,其特征在于,包括如下步骤:

(1)在明暗交替的光照条件下进行图像采集,获得亮图像和暗图像;

(2)对所述暗图像进行中心线提取,根据中心线获得输尿管的水平位置信息,并将水平位置信息显示在亮图像上;

(3)获取暗图像上与导光管对应区域里的透光区域的亮像素点个数,或者图像像素的灰度值;根据亮像素点的个数估算输尿管的深度信息,或者根据灰度值总和估算输尿管的深度信息;

(4)根据所述的水平位置信息和深度信息,生成能准确指示输尿管位置的内窥镜图像。

7. 如权利要求6所述的方法,其特征在于,所述步骤(2)包括如下子步骤:

(2.1)对暗图像上的亮区域进行阈值分割得到不连通的亮区域块;

(2.2)采用拟合方法提取所述不连通的亮区域块的中心线;

(2.3)通过改变同周期的亮图像上与所述中心线对应位置像素点的灰度值,将中心线融合到同周期的亮图像中;通过融合获得的图像实时显示输尿管的水平位置信息。

8. 如权利要求7所述的方法,其特征在于,采用二次曲线拟合算法提取中心线,包括如下子步骤:

(2.2.1)对暗图像进行阈值分割获取暗图像的亮像素点;

(2.2.2)根据亮像素点的坐标 (x_i, y_i) ,采用二次函数进行拟合,获取函数参数 a, b, c ;

(2.2.3)根据二次函数 $(y = ax^2 + bx + c)$ 在暗图像上绘制函数曲线,所获得的函数曲线即为暗图像的中心线。

9.如权利要求6所述的方法,其特征在于,所述步骤(3)包括如下子步骤:

(3.1)获取暗图像中各离散区域的亮像素点的个数 N_i ;

(3.2)将亮像素点的个数 N_i 与先验深度阈值对应关系进行匹配,根据阈值对应的深度估算出输尿管的深度。

10.如权利要求9所述的方法,其特征在于,所述先验深度阈值对应关系根据以下方法获取:对输尿管不同深度的图像像素灰度进行训练,使用多个已知深度的图像训练出不同深度的亮像素点的个数或灰度值,建立深度与阈值之间的对应关系,即为先验深度阈值对应关系。

一种可指示输尿管位置的内窥镜系统及方法

技术领域

[0001] 本发明属于内窥镜成像技术领域,更具体地,涉及一种可指示输尿管位置的内窥镜系统及方法。

背景技术

[0002] 目前,在妇产科、肛肠科和泌尿外科的微创手术中,有可能出现由于无法准确定位输尿管位置而导致输尿管被误切或误扎的医疗事故。输尿管损伤如果处理不当容易发生严重的并发症,给患者带来极大的痛苦,严重者会危及患者的生命。

[0003] 现有技术公开了一类发光导光管,进行手术时在患者输尿管中插入发光导光管,通过其发出的光来指示输尿管;在开放性手术中可以采用这类方法指示输尿管的位置,但在微创手术中很难应用该类方法来实时指示输尿管的位置;因为在微创手术中,医生是根据内窥镜在患者内部采集的、并在显示设备上实时显示的图像进行手术;一方面,导光管发出的光在透过包覆输尿管的人体组织时,导光管所发出的光穿过这些组织后透射出来的光减弱,而内窥镜工作在较强的光照条件下,较强的光照可能会湮没发光导光管所发出的微弱光,使得导光管不能准确指示输尿管位置;另一方面,由于考虑到患者舒适度以及手术所涉及到的部位,不同情况下所采用的内窥镜的光圈不同,不同光圈的内窥镜的感光能力不同,光圈小的内窥镜不能很好的采集到发光导光管所发出的弱光,因此不能准确指示输尿管的位置。

[0004] 公开号为CN 105282454A的中国专利公开了“一种内窥镜成像系统及成像方法”,通过在明暗交替的光照下采集亮图像和暗图像,并对亮图像和暗图像进行融合处理以消除亮图像中的亮斑得到亮度均衡的图像,来解决现有内窥镜成像的图像亮度不均衡的问题,但该技术不能实现在微创手术中输尿管位置的实时准确指示。

发明内容

[0005] 针对现有技术的以上缺陷或改进需求,本发明提供了一种可指示输尿管位置的内窥镜系统及方法,其目的在于解决在微创手术中输尿管位置不能实时准确指示的问题。

[0006] 为实现上述目的,按照本发明的一个方面,提供了一种可指示输尿管位置的内窥镜系统,包括光源、图像采集单元和图像处理单元;图像处理单元具有用于连接外部显示装置的接口;

[0007] 其中,光源用于提供明暗交替的光照条件;

[0008] 图像采集单元用于在明暗交替的光照条件下采集获得亮图像和暗图像;在亮图像中,腹腔内的组织清晰可见,但输尿管位置无法识别;在暗图像中,输尿管中的导光管可见,但是其他组织较暗而无法识别;

[0009] 其中,暗图像是指在暗光条件下采集到的图像中平均灰度值最小的图像;亮图像是指在亮光条件下采集到的图像中平均灰度值最大的图像;

[0010] 图像处理单元用于对暗图像进行中心线提取,并将中心线融合到同周期的亮图像

中以获取输尿管的水平位置信息；

[0011] 并根据暗图像上导光管各区域的灰度信息估算输尿管的深度信息；

[0012] 并根据上述的水平位置信息和深度信息生成能准确指示输尿管位置的内窥镜图像；

[0013] 上述显示输尿管位置信息的内窥镜系统，图像采集单元包括内窥镜和摄像机，在光源提供的明暗交替的光照条件下采集明暗交替的图像；图像处理单元对暗图像中的输尿管信息进行中心线提取，根据中心线得到输尿管的水平位置信息；同时根据暗图像上导光管对应位置的灰度信息获取输尿管的深度信息，根据水平位置信息和深度信息生成能准确指示输尿管位置的内窥镜图像。

[0014] 优选的，上述的内窥镜系统，还包括图像显示单元，其输入端连接图像处理单元的所述接口；用于实时显示图像处理单元生成的内窥镜图像。

[0015] 优选的，上述的内窥镜系统，其图像处理单元包括水平位置获取模块和深度位置获取模块；

[0016] 其中，水平位置获取模块用于对暗图像进行中心线提取，根据中心线实时获取输尿管的水平位置信息，并将获取的水平位置信息显示在亮图像上对应的位置；深度位置获取模块用于根据暗图像中的灰度信息实时估算输尿管深度信息，并将获取的深度信息通过不同的颜色显示在亮图像上对应的位置。

[0017] 优选的，上述的内窥镜系统，光源包括照明光源、指示光源和导光管；其中，照明光源的亮、暗强度可调，开关频率可调，用于提供明暗交替的光照条件；指示光源用于给导光管提供光源，使导光管发光。

[0018] 优选的，上述的内窥镜系统，其导光管是明暗相间的导光管；明暗相间的导光管使得暗图像上与导光管对应的区域为暗区域与透光区域交替分布；根据暗图像上透光区域图像像素的灰度值统计获取输尿管的深度信息。

[0019] 为实现本发明目的，按照本发明的另一方面，提供了一种指示输尿管位置的方法，其特征在于，包括如下步骤：

[0020] (1)在明暗交替的光照条件下进行图像采集，获得亮图像和暗图像；

[0021] (2)对上述暗图像进行中心线提取，根据中心线获得输尿管的水平位置信息，并将水平位置信息显示在亮图像上对应的位置；

[0022] (3)获取暗图像上与导光管对应区域里的透光区域的亮像素点个数，或者图像像素的灰度值；根据亮像素点的个数估算输尿管的深度信息，或者根据灰度值总和估算输尿管的深度信息；

[0023] (4)根据上述的水平位置信息和深度信息，生成能准确指示输尿管位置的内窥镜图像。

[0024] 优选地，上述指示输尿管位置的方法，其步骤(2)包括如下子步骤：

[0025] (2.1)对暗图像上的亮区域进行阈值分割得到不连通的亮区域块；

[0026] (2.2)采用拟合方法提取上述不连通的亮区域块的中心线；

[0027] (2.3)通过改变同周期的亮图像上与上述中心线对应位置像素点的灰度值，将中心线信息融合到同周期的亮图像中，通过融合获得的图像实时显示输尿管的水平位置信息。

[0028] 优选地,上述指示输尿管位置的方法,其步骤(2.2)中,采用二次曲线拟合算法提取中心线,包括如下子步骤:

[0029] (2.2.1)对暗图像进行阈值分割获取暗图像的亮像素点;

[0030] (2.2.2)根据这些亮像素点的坐标 (x_i, y_i) ,采用二次函数进行拟合,获取函数参数 a, b, c ;

[0031] (2.2.3)根据二次函数 $(y = ax^2 + bx + c)$ 在暗图像上绘制函数曲线,所获得的函数曲线即为暗图像的中心线。

[0032] 一次曲线拟合是二次曲线拟合的特殊形式,在本发明中也可采用一次曲线拟合来提取中心线;在拟合的过程中可以选取暗图像的所有亮像素点进行拟合,也可以选取暗图像的部分亮像素点进行拟合。

[0033] 优选地,上述指示输尿管位置的方法,其步骤(3)包括如下子步骤:

[0034] (3.1)以中心线为基准,计算出暗图像中心线上的亮像素点的灰度值;

[0035] (3.2)将上述灰度值与先验深度阈值对应关系进行匹配,根据匹配的区间估算出输尿管的深度。

[0036] 优选地,上述指示输尿管位置的方法,其步骤(3)获取深度信息的方法,包括如下子步骤:

[0037] (3.1)获取暗图像中各离散区域的亮像素点的个数 N_i ;

[0038] (3.2)将亮像素点的个数 N_i 与先验深度阈值对应关系进行匹配,根据阈值对应的深度估算出输尿管的深度。

[0039] 优选地,上述指示输尿管位置的方法,其步骤(3)获取深度信息的方法,包括如下子步骤:

[0040] (3.1)以圆形模板或者矩形模板从中心线的起点到终点进行亮像素点的个数统计,获取亮像素点的个数 M_i ;

[0041] 其中,模板区域略小于亮像素点最小凸多边形的最大宽度,使模板在统计过程中可体现出不同位置的差异性;

[0042] (3.2)将 M_i 与先验深度阈值对应关系进行匹配,根据阈值对应的深度估算出输尿管的深度。

[0043] 优选地,上述指示输尿管位置的方法,其步骤(3)获取深度信息的方法,包括如下子步骤:

[0044] (3.1)获取暗图像中各离散区域的亮像素点的灰度值之和 G_i ;

[0045] (3.2)将 G_i 与先验深度阈值对应关系进行匹配,根据阈值对应的深度,估算出输尿管的深度。

[0046] 优选地,上述指示输尿管位置的方法,其步骤(3)获取深度信息的方法,包括如下子步骤:

[0047] (3.1)以圆形模板或者矩形模板从中心线的起点到终点进行亮像素点的灰度值之和统计;获取模板内的亮像素点灰度值之和 H_i ;

[0048] 其中,模板区域略小于亮像素点最小凸多边形的最大宽度,使模板在统计过程中可体现出不同位置的差异性;

[0049] (3.2)将 H_i 与先验深度阈值对应关系进行匹配,根据阈值对应的深度估算出输尿

管的深度。

[0050] 优选地,上述指示输尿管位置的方法,其先验深度阈值对应关系根据以下方法获取:在深度估计之前,对输尿管不同深度的图像像素灰度进行训练,使用多个已知深度的图像训练出不同深度的亮像素点的个数或灰度值,建立深度与阈值之间的对应关系,即为先验深度阈值对应关系。

[0051] 总体而言,通过本发明所构思的以上技术方案与现有技术相比,能够取得下列有益效果:

[0052] (1)本发明提供的这种可指示输尿管位置的内窥镜系统及方法,在明暗交替光照下,在暗光照阶段采集到的暗图像上的发光管的位置即为输尿管的位置,通过提取暗图像的中心线,并将中心线信息融合到同周期的亮图像上,即实时的获取输尿管的水平位置信息;

[0053] (2)本发明提供的这种可指示输尿管位置的内窥镜系统及方法,根据暗图像中亮像素点的个数与灰度信息获取输尿管的深度信息,通过先验深度阈值对应关系获得不同深度下的亮像素点的个数与灰度信息,实时地根据这些亮像素点的信息估算出输尿管的深度,达到实时获取输尿管深度信息的目的;

[0054] (3)本发明提供的这种可指示输尿管位置的内窥镜系统及方法,根据输尿管的水平位置信息和深度位置信息,实时生成能准确指示输尿管位置的内窥镜图像;

[0055] 在妇产科、肛肠科和泌尿外科等微创手术中,医生无法用肉眼直观地观察到输尿管的位置,也不能用手感知器官来识别输尿管;本发明提供的这种可指示输尿管位置的内窥镜系统及方法,其内窥镜图像可在手术过程中实时反应输尿管的位置信息,为手术提供极大便利,在提高手术效率的同时,可降低因输尿管位置不便观察导致医疗事故的发生概率,极大程度的避免病人因输尿管损伤的医疗事故而承受的痛苦;

[0056] (4)本发明提供的这种可指示输尿管位置的内窥镜系统及方法,不仅可以应用在微创性手术中,在开放性手术中同样适用。

附图说明

[0057] 图1是本发明实施例提供的可指示输尿管位置的内窥镜的系统结构示意图;

[0058] 图2是本发明实施例中的获取输尿管水平位置的流程示意图;

[0059] 图3是本发明实施例中的获取输尿管深度信息的方法示意图。

具体实施方式

[0060] 为了使本发明的目的、技术方案及优点更加清楚明白,以下结合附图及实施例,对本发明进行进一步详细说明。应当理解,此处所描述的具体实施例仅仅用以解释本发明,并不用于限定本发明。此外,下面所描述的本发明各个实施方式中所涉及到的技术特征只要彼此之间未构成冲突就可以相互组合。

[0061] 图1所示,是实施例提供的可指示输尿管位置的内窥镜的系统结构示意图;实施例提供的这种内窥镜系统包括光源、图像采集单元、图像处理单元和图像显示单元;

[0062] 实施例中,光源包括照明光源、指示光源和导光管;其中,照明光源根据编码提供明暗交替的光,用于给人体内部提供光照,便于摄像机拍摄人体内部图像;插入输尿管里的

导光管是等间距绑有不透明胶带的导光管,并连接指示光源,实施例里采用LED光源作为指示光源。

[0063] 图像采集单元用于获得亮图像和暗图像,一亮一暗的一对光照构成一个周期,每个周期内采集一张暗图像,一张亮图像;在暗光照阶段,采集到的图像中平均灰度值最小的图像即为暗图像;在亮光照阶段,采集到的图像中平均灰度值最大的图像即为亮图像。

[0064] 实施例中,为了提高图像处理的效率,在每个状态下采集的帧数为2帧~3帧,由此既可以获得满足需求的亮、暗图像,也提高保证较高的实时处理速度。

[0065] 图像处理单元用于对暗图像进行中心线提取,并将中心线融合到同周期的亮图像中以获取输尿管的水平位置信息,以及根据暗图像上导光管各区域的灰度信息获取输尿管的深度信息;并根据上述的水平位置信息和深度信息生成能实时、准确指示输尿管位置的内窥镜图像。

[0066] 如图2所示,在暗图像中捕获到的导光管的图像由于在人体组织的传播中会散射,导致捕获到的图像会比实际输尿管粗很多,为更加精确的显示输尿管的水平位置信息,先对暗图像中的导光管图像进行中心线提取,对提取到的输尿管中心线进行加粗处理获得输尿管的水平估计位置,在同周期的亮图像中与中心线对应的位置将中心线融合进去,达到显示输尿管的水平位置信息的目的。

[0067] 实施例中,在中心线提取中,先对暗图像中的像素点的灰度值进行阈值处理,暗图像的各个像素点对应的灰度值为 $G(i, j)$,灰度阈值为 T ,将所有大于灰度阈值 T 的像素点对应的坐标保存为 $P(i, j)$;

[0068] 获取 $P(i, j)$ 最小的凸多边形的像素点对应的轮廓坐标 $L(i, j)$;采用二次曲线拟合方法对 $L(i, j)$ 进行拟合得到暗图像的中心线。

[0069] 实施例中,还可以采用以下方法提取暗图像的中心线,具体包括以下步骤:

[0070] (a)对暗图像进行阈值分割,获得灰度值较大的像素点,该像素点对应的坐标记作 $P(i, j)$;

[0071] (b)获取 $P(i, j)$ 最小的凸多边形的像素点对应的轮廓坐标 $L(i, j)$;

[0072] (c)根据轮廓坐标 $L(i, j)$ 和二次函数 $y = ax^2 + bx + c$,令 $\min = \sum_{i=1}^I \sum_{j=1}^J (y_j - ax_i^2 - bx_i - c)^2$,获取函数参数 a, b, c 的值,进而获得中心线拟合函数;

[0073] (d)在暗图像上根据中心线拟合函数画出曲线,即为暗图像的中心线。

[0074] 如图3所示,在获取输尿管深度的过程中,根据暗图像中的亮像素点的灰度值进行深度的估计;输尿管在组织内部越深,则内窥镜摄像机捕捉到的图像越暗;相反,输尿管在组织内部越浅,则内窥镜摄像机捕捉到的图像就越亮。

[0075] 实施例中,获取输尿管深度信息的方法,包括以下步骤:

[0076] (1)对输尿管不同的深度的亮像素点的个数或者灰度值总和进行训练获得阈值 T_i ;

[0077] 阈值 T_i 与深度 D_i 的对应关系如下所示:

$$[0078] \quad D = \begin{cases} D_1, T_1 \leq T < T_2 \\ D_2, T_2 \leq T < T_3 \\ \dots, \dots \\ D_i, T_i \leq T < T_{i+1} \end{cases}$$

[0079] (2)在获得中心线之后,根据图3中暗图像各个亮区域的灰度信息来估计当前区域的深度信息;譬如,当前的亮像素点的个数或者灰度值总和在 T_1, T_2 这个区间内,则估计当前输尿管的深度为 D_1 。

[0080] 目前,在妇产科、肛肠科和泌尿外科的微创手术中,由于无法实时的观查到输尿管的位置而导致的输尿管损伤时有发生,且大多数损伤未能在术中及时发现,给患者带来极大痛苦,也会产生很大的人力、物力浪费;本发明提供的这种可指示输尿管位置的内窥镜系统及方法,可以实时准确的指示输尿管的位置信息,将其应用于手术中,则可以避免误伤输尿管,具有极大的价值。

[0081] 本领域的技术人员容易理解,以上所述仅为本发明的较佳实施例而已,并不用以限制本发明,凡在本发明的精神和原则之内所作的任何修改、等同替换和改进等,均应包含在本发明的保护范围之内。

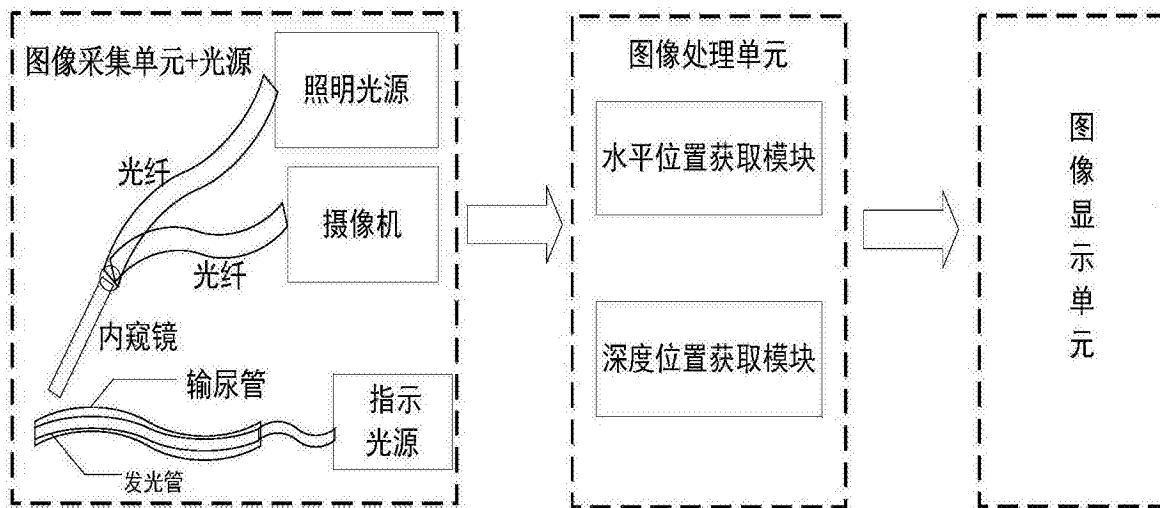


图1

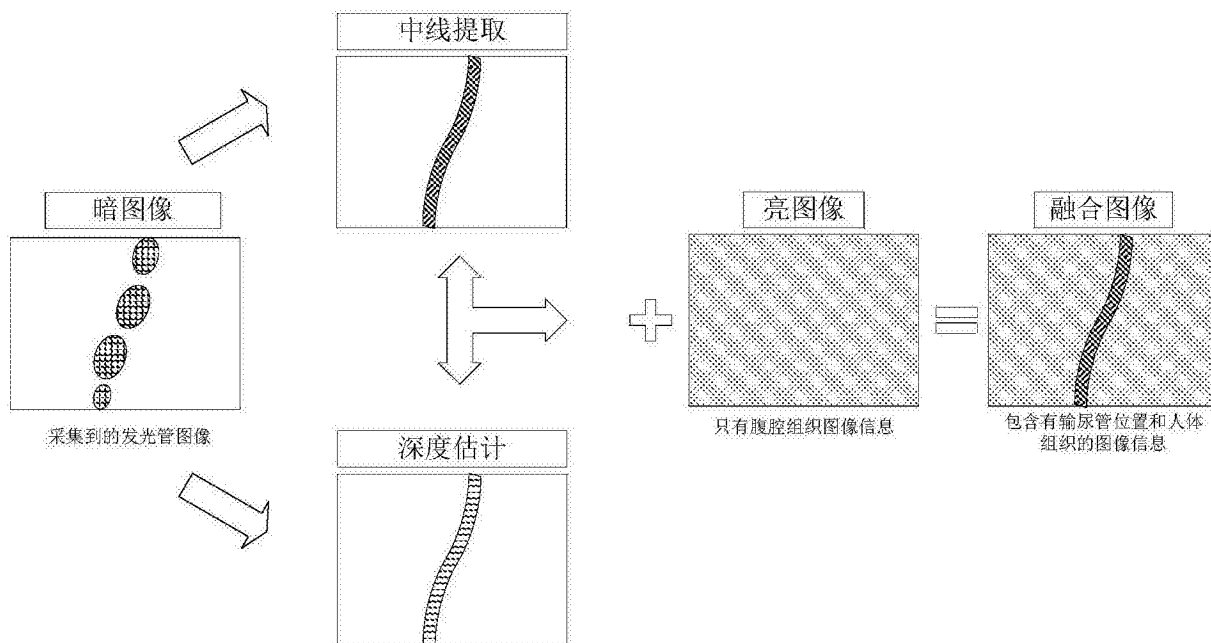


图2

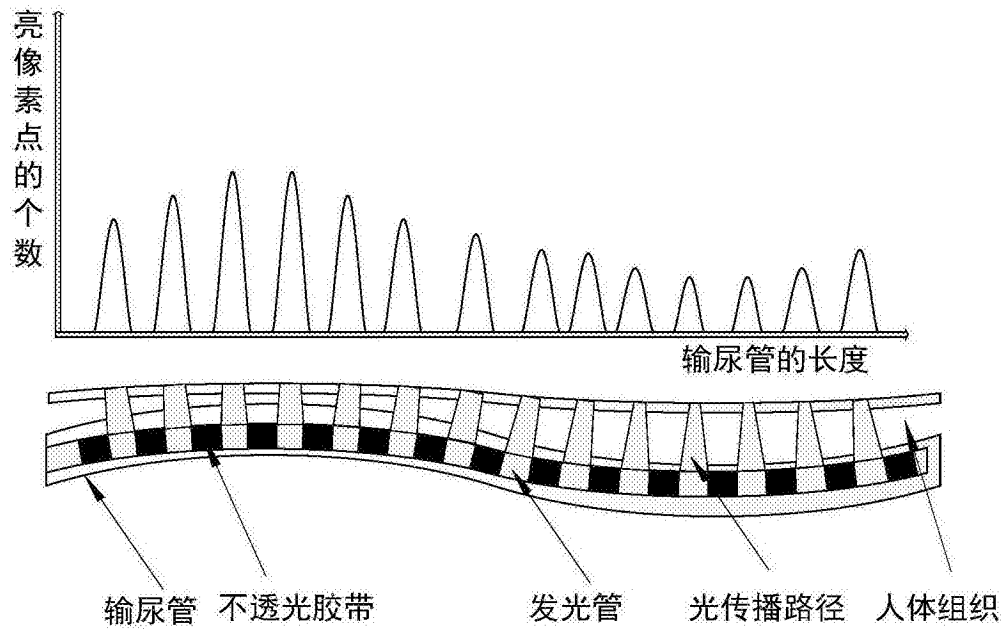


图3

专利名称(译)	一种可指示输尿管位置的内窥镜系统及方法		
公开(公告)号	CN105942960A	公开(公告)日	2016-09-21
申请号	CN201610513995.0	申请日	2016-07-01
[标]申请(专利权)人(译)	华中科技大学		
申请(专利权)人(译)	华中科技大学		
当前申请(专利权)人(译)	华中科技大学		
[标]发明人	宋恩民 余锋 黄宇栋 程宁 刘宏		
发明人	宋恩民 余锋 黄宇栋 程宁 刘宏		
IPC分类号	A61B1/07 A61B1/04 A61B5/00		
CPC分类号	A61B1/04 A61B1/0661 A61B1/07 A61B5/4887 A61B5/72 A61B2576/02		
代理人(译)	方可		
其他公开文献	CN105942960B		
外部链接	Espacenet SIPO		

摘要(译)

本发明公开了一种可指示输尿管位置的內窥镜系统及方法，其系统包括光源、图像采集单元、图像处理单元和图像显示单元；图像采集单元包括內窥镜和摄像机，在光源提供的明暗交替的光照条件下采集明暗交替的图像；图像处理单元对暗图像中的输尿管信息进行中心线提取，提取到的中心线即代表输尿管的水平位置信息；同时根据暗图像上导光管对应位置的灰度信息获取输尿管的深度信息，根据水平位置信息和深度信息生成能准确指示输尿管位置的內窥镜图像；将本发明提供的这种內窥镜系统及方法应用于手术时，可实时显示输尿管的位置，既可以提高手术的效率，也可以降低因输尿管位置不便观察导致医疗事故的概率。

