



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 115480385 A

(43) 申请公布日 2022. 12. 16

(21) 申请号 202110598286.8

(22) 申请日 2021.05.31

(71) 申请人 博瑞生物医疗科技(深圳)有限公司  
地址 518001 广东省深圳市前海深港合作  
区前海湾一路1号A栋201室

(72) 发明人 翟正玉 张兴文

(74) 专利代理机构 北京三友知识产权代理有限  
公司 11127  
专利代理师 侯天印 郝博

(51) Int. Cl.

G02B 21/36 (2006.01)

G02B 21/00 (2006.01)

H04N 5/232 (2006.01)

H04N 5/247 (2006.01)

H04N 5/265 (2006.01)

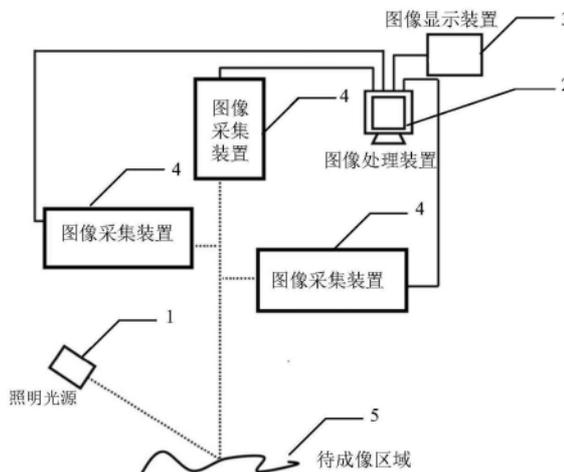
权利要求书2页 说明书7页 附图3页

(54) 发明名称

手术显微镜系统及其成像方法

(57) 摘要

本发明公开了一种手术显微镜系统及其成像方法,该手术显微镜系统包括:照明光源、图像处理装置、图像显示装置、多个图像采集装置;其中,照明光源,用于照射待成像区域,使得待成像区域产生光信号;多个图像采集装置,用于采集待成像区域不同视野范围、不同分辨率、不同波长的影像信息,并传输至图像处理装置;图像处理装置,与各个图像采集装置连接,用于对各个图像采集装置采集的影像信息进行融合处理,得到融合后的影像信息;图像显示装置,与图像处理装置连接,用于显示融合后的影像信息。本发明能够得到待成像区域的大视野范围、超高分辨率影像信息,应用于手术视野区域,能够获得更加准确、更加清晰的医学影像信息。



1. 一种手术显微镜系统,其特征在于,包括:照明光源、图像处理装置、图像显示装置、多个图像采集装置;

其中,所述照明光源,用于照射待成像区域,使得待成像区域产生光信号;

所述多个图像采集装置,用于采集所述待成像区域不同视野范围、不同分辨率、不同波长的影像信息,并传输至所述图像处理装置;

所述图像处理装置,与各个图像采集装置连接,用于对各个图像采集装置采集的影像信息进行融合处理,得到融合后的影像信息;

所述图像显示装置,与所述图像处理装置连接,用于显示融合后的影像信息。

2. 如权利要求1所述的手术显微镜系统,其特征在于,每个所述图像采集装置包括:滤光片、聚焦透镜和图像采集相机;

滤光片,用于对待成像区域产生的光信号进行滤波,得到目标波长的光信号;

聚焦透镜,设置于所述滤光片和所述图像采集相机之间,用于将所述滤光片过滤出的目标波长的光信号聚焦到所述图像采集相机;

图像采集相机,用于采集所述目标波长的光信号,并将采集的光信号转换为电信号,得到对应的影像信息。

3. 如权利要求2所述的手术显微镜系统,其特征在于,所述手术显微镜系统还包括:变焦物镜和分光镜;

其中,所述变焦物镜,用于采集不同视野范围下待成像区域产生的光信号;

所述分光镜,与所述变焦物镜对应设置,用于对所述变焦物镜采集的光信号进行分光,得到多路光信号,其中,每路光信号由一个图像采集装置采集。

4. 如权利要求1至3任一项所述的手术显微镜系统,其特征在于,所述照明光源为单色LED或单色激光器。

5. 如权利要求1至3任一项所述的手术显微镜系统,其特征在于,所述照明光源为复色LED或复色激光器。

6. 一种手术显微镜系统的成像方法,其特征在于,包括:

采集待成像区域不同视野范围、不同分辨率、不同波长的影像信息;

对待成像区域手术区域不同视野范围、不同分辨率、不同波长的影像信息进行融合处理,得到融合后的影像信息;

显示融合后的影像信息。

7. 如权利要求6所述的成像方法,其特征在于,对不同视野范围、不同分辨率、不同波长的影像信息进行融合处理,得到融合后的影像信息,包括:

获取目标区域的第一影像信息和第二影像信息,所述第一影像信息为大视野范围且小分辨率的影像信息,所述第二影像信息为小视野范围、大分辨率的影像信息;

将第一影像信息和第二影像信息融合,得到大视野范围、大分辨率的第三影像信息。

8. 如权利要求7所述的成像方法,其特征在于,将第一影像信息和第二影像信息融合,得到大视野范围、大分辨率的影像信息,包括:

将第一影像信息和第二影像信息输入到预先训练好的图像融合模型中,输出大视野范围、大分辨率的第三影像信息。

9. 一种计算机设备,包括存储器、处理器及存储在存储器上并可在处理器上运行的计

计算机程序,其特征在于,所述处理器执行所述计算机程序时实现权利要求6至8任一项所述手术显微镜系统的成像方法。

10.一种计算机可读存储介质,其特征在于,所述计算机可读存储介质存储有执行权利要求6至8任一项所述手术显微镜系统的成像方法的计算机程序。

## 手术显微镜系统及其成像方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及医疗设备领域,尤其涉及一种手术显微镜系统及其成像方法。

### 背景技术

[0002] 本部分旨在为权利要求书中陈述的本发明实施例提供背景或上下文。此处的描述不因为包括在本部分中就承认是现有技术。

[0003] 手术显微镜,作为一项现代医疗设备,对于外科医生而言是必不可少的。根据实际需要选择不同的放大倍率,可提供手术视野的放大视图,使得医生可以在肉眼几乎不可见的结构上进行操作,尤其用于神经外科手术(例如,毛细血管或神经等精细结构的处理)。由于光源直接并入手术显微镜内部,手术显微镜也可提供良好的手术视野照明。

[0004] 然而,目前普遍使用的手术显微镜,虽然能为外科医生提供形态学观测辅助,但受采集相机的分辨率、尺寸等限制,无法提供兼具大视野与超高分辨率的成像效果。而大视野与超高分辨率的成像对神经外科类手术具有十分重要的意义。目前,部分临床实践中使用的手术显微镜设备在提供大视野的情况下,无法提供较高的分辨率,在提供高分辨率的情况下则视野受到极大限制。安装有大靶面和较小尺寸像素单元的高性能相机,虽然能够在一定程度上提供大视野高分辨率的成像效果,但这种高性能的相机价格极其昂贵,无法做到市场普适化。

[0005] 可见,如何提供一种兼顾大视野和超高分辨率的手术显示显微镜,是本领域亟待解决的技术问题。

### 发明内容

[0006] 本发明实施例中提供了一种手术显微镜系统,用以解决现有手术显微镜无法兼顾大视野和超高分辨率的技术问题,该手术显微镜系统包括:照明光源、图像处理装置、图像显示装置、多个图像采集装置;其中,照明光源,用于照射待成像区域,使得待成像区域产生光信号;多个图像采集装置,用于采集待成像区域不同视野范围、不同分辨率、不同波长的影像信息,并传输至图像处理装置;图像处理装置,与各个图像采集装置连接,用于对各个图像采集装置采集的影像信息进行融合处理,得到融合后的影像信息;图像显示装置,与图像处理装置连接,用于显示融合后的影像信息。

[0007] 本发明实施例中还提供了一种手术显微镜系统的成像方法,用以解决现有手术显微镜无法兼顾大视野和超高分辨率的技术问题,该成像方法包括:采集待成像区域不同视野范围、不同分辨率、不同波长的影像信息;对待成像区域手术区域不同视野范围、不同分辨率、不同波长的影像信息进行融合处理,得到融合后的影像信息;显示融合后的影像信息。

[0008] 本发明实施例中还提供了一种计算机设备,用以解决现有手术显微镜无法兼顾大视野和超高分辨率的技术问题,该计算机设备包括存储器、处理器及存储在存储器上并可在处理器上运行的计算机程序,处理器执行计算机程序时实现上述手术显微镜系统的成像

方法。

[0009] 本发明实施例中还提供了一种计算机可读存储介质,用以解决现有手术显微镜无法兼顾大视野和超高分辨率的技术问题,该计算机可读存储介质存储有执行上述手术显微镜系统的成像方法的计算机程序。

[0010] 本发明实施例中,首先使用照明光源照射待成像区域,使得待成像区域产生光信号,然后通过多个图像采集装置采集待成像区域不同视野范围、不同分辨率、不同波长的影像信息,并传输至与各个图像采集装置连接的图像处理装置,使得图像处理装置对各个图像采集装置采集的影像信息进行融合处理,得到融合后的影像信息,最后通过图像显示装置显示融合后的影像信息。

[0011] 本发明实施例中,利用多个图像采集装置采集待成像区域不同视野范围、不同光波长、不同分辨率的影像信息,进而对采集的影像信息融合,能够得到待成像区域的大视野范围、超高分辨率影像信息,将本发明实施例应用于手术视野区域,能够获得更加准确、更加清晰的医学影像信息。

## 附图说明

[0012] 为了更清楚地说明本发明实施例或现有技术中的技术方案,下面将对实施例或现有技术描述中所需要使用的附图作简单地介绍,显而易见地,下面描述中的附图仅仅是本发明的一些实施例,对于本领域普通技术人员来讲,在不付出创造性劳动的前提下,还可以根据这些附图获得其他的附图。在附图中:

[0013] 图1为本发明实施例中提供的一种手术显微镜系统示意图;

[0014] 图2为本发明实施例中提供的照明光源与图像采集装置的连接示意图;

[0015] 图3为本发明实施例中提供的图像采集相机与图像处理装置、图像显示装置的连接示意图;

[0016] 图4为本发明实施例中提供的手术显微镜系统的具体实现示意图;

[0017] 图5为本发明实施例中提供的一种手术显微镜成像结果示意图;

[0018] 图6为本发明实施例中提供的一种手术显微镜系统的成像方法流程图;

[0019] 图7为本发明实施例中提供的一种计算机设备示意图。

## 具体实施方式

[0020] 为使本发明实施例的目的、技术方案和优点更加清楚明白,下面结合附图对本发明实施例做进一步详细说明。在此,本发明的示意性实施例及其说明用于解释本发明,但并不作为对本发明的限定。

[0021] 本发明实施例中提供了一种手术显微镜系统,图1为本发明实施例中提供的一种手术显微镜系统示意图,如图1所示,该手术显微镜系统包括:照明光源1、图像处理装置2、图像显示装置3、多个图像采集装置4(图1示出了三个图像采集装置);

[0022] 其中,照明光源1,用于照射待成像区域5,使得待成像区域5产生光信号;多个图像采集装置4,用于采集待成像区域5不同视野范围、不同分辨率、不同波长的影像信息,并传输至图像处理装置2;图像处理装置2,与各个图像采集装置4连接,用于对各个图像采集装置4采集的影像信息进行融合处理,得到融合后的影像信息;图像显示装置3,与图像处理装

置2连接,用于显示融合后的影像信息。

[0023] 需要说明的是,本发明实施例中的待成像区域可以是但不限于手术视野区域。本发明实施例中的图像处理装置2可以是但不限于计算机;本发明实施例中的图像显示装置3可以是显示器。

[0024] 需要注意的是,本发明实施例中提供的手术显微镜系统中,图像采集装置的数量不受限制,且各个相机的视野范围、分辨率都可根据实际需求配置,多个图像采集装置可同时对某一待成像区域进行图像采集(多个图像采集装置的焦点在同一直线上),或者根据实际需求,只使用其中部分图像采集装置对该待成像区域进行图像采集。

[0025] 例如,若手术医生仅需要查看某个局部区域,则可调用小视野范围、大分辨率的相机对该局部区域进行成像即可;若手术医生需要查看整个手术视野区域的大分辨率图像,则可调用小视野范围、大分辨率的相机、大视野小分辨率的相机同时对该手术视野区域进行成像,然后对各个相机的成像结果进行融合,最终得到大视野范围、大分辨率的图像。

[0026] 由于现有技术中,很少有相机能够得到大视野范围且大分辨率的图像,本申请在成像时,利用不同视野范围、不同分辨率的多个相机进行图像采集,不仅能够得到待成像区域大视野范围且大分辨率的图像,而且对相机的配置要求较低。

[0027] 如图2所示,在一个实施例中,本发明实施例中提供的手术显微镜系统中,每个图像采集装置4包括:滤光片401、聚焦透镜402和图像采集相机403。该实施例中,滤光片401,用于对待成像区域产生的光信号进行滤波,得到目标波长的光信号;聚焦透镜402,设置于滤光片和图像采集相机之间,用于将滤光片过滤出的目标波长的光信号聚焦到图像采集相机;图像采集相机403,用于采集目标波长的光信号,并将采集的光信号转换为电信号,得到对应的影像信息。

[0028] 可选地,图像采集相机与图像处理装置(例如,计算机)、图像显示装置(例如,显示器)的连接关系如图3所示。

[0029] 图4为本发明实施例中提供的手术显微镜系统的具体实现示意图,如图4所示,在一个实施例中,本发明实施例中提供的手术显微镜系统还包括:变焦物镜6和分光镜7。该实施例中,变焦物镜6,用于采集不同视野范围下待成像区域产生的光信号;分光镜7,与变焦物镜6对应设置,用于对变焦物镜6采集的光信号进行分光,得到多路光信号,其中,每路光信号由一个图像采集装置4采集。

[0030] 本发明实施例中,通过多个分光系统和多个图像采集单元,可针对同一观察区域进行不同分辨率和不同光波长的成像;利用后期计算机图像融合技术,可结合同一区域不同分辨率的成像信息或不同区域不同分辨率的成像信息,从而实现实时医学影像的智能融合,给医生提供更精确更清晰的手术成像效果。本发明实施例中,在显微镜的成像光路里利用多个分光镜把来自手术观察区域的散射光或荧光信号进行分光,并通过多个相机共同实时采集得到多幅图像信息,然后再对这些图像进行智能处理与融合,从而可以结合不同成像视野和不同分辨能力的相机的各自性能优势,实现在大视野观察成像的前提下,又兼具超高分辨率的实时医学影像效果。

[0031] 图4中所示的手术视野是指医生用手术显微镜观察的目标区域,视野的尺寸大小由显微镜参数确定;照明光源用于提供单色和复色照明的激光器或LED光源,用于照明手术视野或者激发造影剂用于荧光成像;变焦物镜用于收集来自手术视野区域的散射光或荧光

信号,其可提供大范围的变焦和光学变倍功能;分光镜用于把来自手术视野区域的散射光或荧光信号进行分光,可以依据比例分光,也可根据信号光的偏振和波长等参数进行选择分光;滤光片用于滤除干扰信号,只允许目标波长的光信号通过,可以是窄带、长通或短通滤光片;聚焦透镜用于把经过滤光片的来自手术视野区域的散射光或荧光信号聚焦到后面的相机靶面上,其要匹配工作波长进行消色差设计;相机用于收集来自手术视野区域的散射光或荧光信号,并将光信号转换为相应的电信号(本发明实施例中涉及的显微镜系统中包含多个不同型号、不同参数、不同波长敏感度、不同靶面尺寸以及不同像元数量和尺寸的相机);计算机用于整合来自相机所收集的手术视野区域的散射光或荧光信号,并利用图像处理算法和程序对原始图像数据进行分析、处理以及融合,从而得到最终的实时医学影像数据,并将数据传至显示器;显示器用于显示最终的基于多相机图像采集及图像融合技术的手术显微镜系统得到的实时医学影像,该显示器可以是计算机显示屏、外接显示装置或投影设备,但不局限于此。

[0032] 本发明实施例中提供的手术显微镜系统,能够实现基于多相机的图像采集,待成像区域(手术视野区域)发出的散射光或荧光信号,被变焦物镜所采集,然后光信号经过分光镜被分成多路,每一路的光信号都经过滤光片滤波,并随后被聚焦透镜汇聚到图像采集相机上。在此过程中,针对不同波长的光信号,选取不同的滤光片、聚焦透镜以及图像采集相机,从而只有特定波长的荧光信号可以穿过滤光片,进而荧光信号被图像采集单元收集,收集到的不同波长的荧光信号被传递到计算机。

[0033] 计算机根据图像采集单元采集散射光或荧光信号对图像进行智能分析、整合处理,配备成熟的图像处理与图像融合软件,使用GPU加速的优化处理程序,实现大视野高分辨率成像效果。该图像处理过程可以是对来此不同图像采集装置的不同分辨率、不同波长、不同视野范围的图像进行复杂的图像融合处理。比如,针对某一较小精细区域采用来自高分辨率相机所采集的图像数据,然后结合来自低分辨率大视野相机所采集的图像数据,最终得到兼具大视野与局部超高分辨率的实时医学影像结果。最终实时图像输出至计算机或其他相连的显示设备。

[0034] 需要说明的是,原始的基于多相机的图像采集得到的数据信息经过计算机进行分析、处理以及融合之后,形成最终的实时医学影像,并最终在显示器上予以显示。

[0035] 可选地,本发明实施例中的照明光源1可以是单色LED或单色激光器,也可以是复色LED或复色激光器。

[0036] 在散射光宽场成像模式下,照明光源可启动白光LED;在窄带成像模式下,照明光源可启动单色LED或单色激光器,其提供谱宽度较窄的光源以便实施窄带成像,且达到较高的成像质量;在荧光成像模式下,根据医生所用的不同的荧光造影剂,照明光源可启动不同波长的单色激光或LED光源,用于激发造影剂发射荧光。

[0037] 图5为本发明实施例中提供的一种手术显微镜成像结果示意图,如图5所示,对于某一手术视野区域5,采用本发明实施例中提供的手术显微镜系统(以三个相机的手术显微镜系统为例),能够得到该手术视野区域5对应的三幅图像,图5中图标403a、403b和403c分别表示三个不同视野范围不同分辨率的相机采集到的图像,可以看出,403a的视野范围最小,但分辨率最大;403c的视野范围最大,但分辨率最小;403b的视野范围、分辨率介于403a与403c之间。在具体实施时,根据最大视野范围的相机采集到的图像确定待观察的手术视

野区域,对不同相机采集到的图像进行融合,可使得三个相机采集到手术视野区域大视野范围、大分辨率的图像。

[0038] 基于同一发明构思,本发明实施例中还提供了一种手术显微镜系统的成像方法,可以应用但不限于上述的手术显微镜系统。如下面的实施例所述。由于该方法解决问题的原理与手术显微镜系统相似,因此该方法的实施可以参见手术显微镜系统的实施,重复之处不再赘述。

[0039] 图6为本发明实施例中提供的一种手术显微镜系统的成像方法流程图,如图6所示,包括如下步骤:

[0040] S601,采集待成像区域不同视野范围、不同分辨率、不同波长的影像信息;

[0041] S602,对待成像区域手术区域不同视野范围、不同分辨率、不同波长的影像信息进行融合处理,得到融合后的影像信息;

[0042] S603,显示融合后的影像信息。

[0043] 为了获得大视野范围、大分辨率的影像信息,在一个实施例中,上述S602可具体通过如下步骤来实现:获取目标区域的第一影像信息和第二影像信息,第一影像信息为大视野范围且小分辨率的影像信息,第二影像信息为小视野范围、大分辨率的影像信息;将第一影像信息和第二影像信息融合,得到大视野范围、大分辨率的第三影像信息。

[0044] 需要说明的是,本发明实施例的成像方法旨在保护利用不同参数信息(不同视野范围、不同分辨率、不同波长)的相机,采集待成像区域的多张图像,进而通过图像融合得到大视野范围、大分辨率的图像。在对图像进行融合时,本领域技术人员可根据具体应用场景选择不同的图像融合算法,包括但不限于:基于空间域叠加的图像融合方法、基于频率域的图像融合方法(即将空间域的图像转换到频率域,进行图像融合后,再转换到空间域)、使用机器学习训练得到的图像融合模型进行图像融合。

[0045] 为了实现影像信息的快速融合,在一个实施例中,本发明实施例中提供的手术显微镜系统的成像方法中,可以预先通过机器学习训练一个图像融合模型,以便在将第一影像信息和第二影像信息进行融合的时候,将第一影像信息和第二影像信息输入到预先训练好的图像融合模型中,输出大视野范围、大分辨率的第三影像信息。

[0046] 本发明实施例中提供的基于多相机图像采集及图像融合技术的手术显微镜系统及成像方法,可同时采用多个不同参数的图像采集相机,然后结合图像处理与融合技术,实现大视野且兼顾超高分辨率的医学影像效果。该手术显微镜系统,主要包括照明光源、变焦物镜、分光单元、滤波片和聚焦透镜、图像采集单元和计算机。所述照明光源照射手术区域,手术区域的反射光或荧光信号依次通过变焦物镜、分光单元、滤波片和聚焦透镜至图像采集单元,图像采集单元采集手术区域的图像并传输至计算机,计算机整合成像数据并显示。其中,分光单元包括多个分光镜,通过多次分光把手术区域散射光映射到不同的图像采集单元;滤波片是针对不同波长的散射光或荧光信号的,可以有选择的滤过不同波长的散射光或荧光信号;所用聚焦透镜也是匹配相应光波长进行消色差的,其焦距匹配后面的图像采集相机参数;图像采集单元可以是相机或者光子计数器,该多个图像采集器可以是不同型号、不同参数、不同频率灵敏度以及不同分辨率。此外,本发明所涉及的图像采集与图像融合方法,主要是基于多相机采集获取的不同观察区域、不同光波长以及不同分辨率的影像信息,然后利用图像处理算法与软件对多幅原始图像进行处理与进一步融合,从而得到

大视野、超高分辨率、更准确而以及更清晰的医学影像效果。

[0047] 基于同一发明构思,本发明实施例中还提供了一种计算机设备,用以解决现有手术显微镜无法兼顾大视野和超高分辨率的技术问题,图7为本发明实施例中提供的一种计算机设备示意图,该计算机设备70包括存储器701、处理器702及存储在存储器701上并可在处理器702上运行的计算机程序,处理器702执行计算机程序时实现上述手术显微镜系统的成像方法。

[0048] 基于同一发明构思,本发明实施例中还提供了一种计算机可读存储介质,用以解决现有手术显微镜无法兼顾大视野和超高分辨率的技术问题,该计算机可读存储介质存储有执行上述手术显微镜系统的成像方法的计算机程序。

[0049] 综上所述,本发明实施例中提供的手术显微镜系统的成像方法、装置、计算机设备及计算机可读存储介质,首先使用照明光源照射待成像区域,使得待成像区域产生光信号,然后通过多个图像采集装置采集待成像区域不同视野范围、不同分辨率、不同波长的影像信息,并传输至与各个图像采集装置连接的图像处理装置,使得图像处理装置对各个图像采集装置采集的影像信息进行融合处理,得到融合后的影像信息,最后通过图像显示装置显示融合后的影像信息。

[0050] 本发明实施例中,利用多个图像采集装置采集待成像区域不同视野范围、不同光波长、不同分辨率的影像信息,进而对采集的影像信息融合,能够得到待成像区域的大视野范围、超高分辨率影像信息,将本发明实施例应用于手术视野区域,能够获得更加准确、更加清晰的医学影像信息。

[0051] 本领域内的技术人员应明白,本发明的实施例可提供为方法、系统、或计算机程序产品。因此,本发明可采用完全硬件实施例、完全软件实施例、或结合软件和硬件方面的实施例的形式。而且,本发明可采用在一个或多个其中包含有计算机可用程序代码的计算机可用存储介质(包括但不限于磁盘存储器、CD-ROM、光学存储器等)上实施的计算机程序产品的形式。

[0052] 本发明是参照根据本发明实施例的方法、设备(系统)、和计算机程序产品的流程图和/或方框图来描述的。应理解可由计算机程序指令实现流程图和/或方框图中的每一流程和/或方框、以及流程图和/或方框图中的流程和/或方框的结合。可提供这些计算机程序指令到通用计算机、专用计算机、嵌入式处理机或其他可编程数据处理设备的处理器以产生一个机器,使得通过计算机或其他可编程数据处理设备的处理器执行的指令产生用于实现在流程图一个流程或多个流程和/或方框图一个方框或多个方框中指定的功能的装置。

[0053] 这些计算机程序指令也可存储在能引导计算机或其他可编程数据处理设备以特定方式工作的计算机可读存储器中,使得存储在该计算机可读存储器中的指令产生包括指令装置的制造品,该指令装置实现在流程图一个流程或多个流程和/或方框图一个方框或多个方框中指定的功能。

[0054] 这些计算机程序指令也可装载到计算机或其他可编程数据处理设备上,使得在计算机或其他可编程设备上执行一系列操作步骤以产生计算机实现的处理,从而在计算机或其他可编程设备上执行的指令提供用于实现在流程图一个流程或多个流程和/或方框图一个方框或多个方框中指定的功能的步骤。

[0055] 以上所述的具体实施例,对本发明的目的、技术方案和有益效果进行了进一步详

细说明,所应理解的是,以上所述仅为本发明的具体实施例而已,并不用于限定本发明的保护范围,凡在本发明的精神和原则之内,所做的任何修改、等同替换、改进等,均应包含在本发明的保护范围之内。

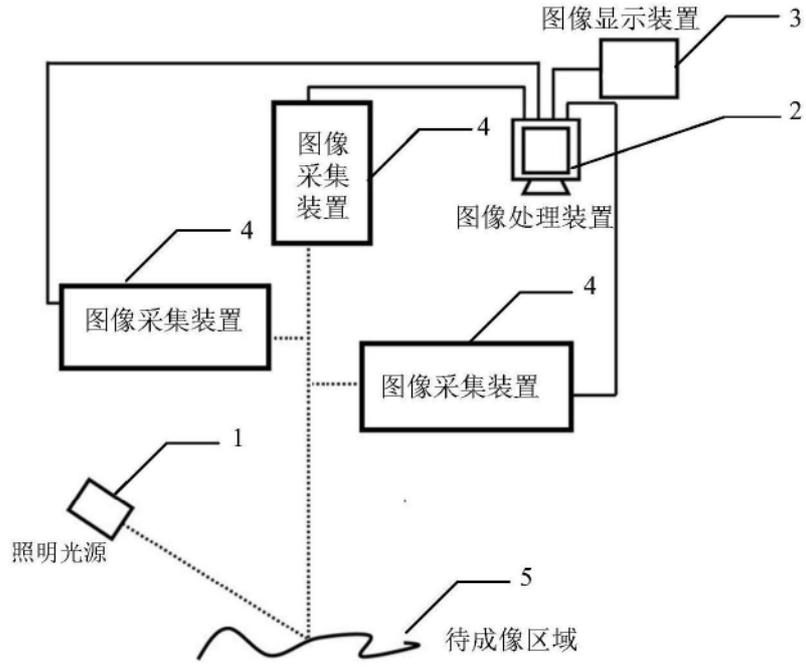


图1

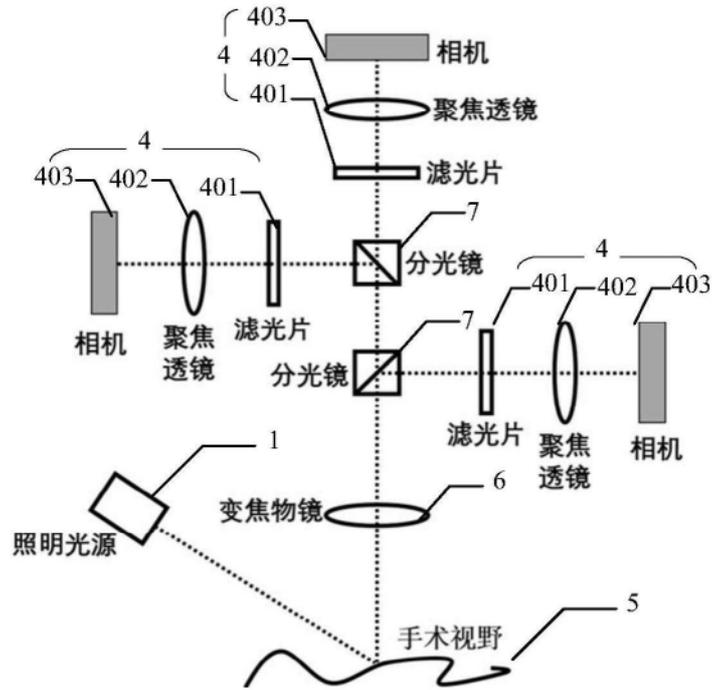


图2



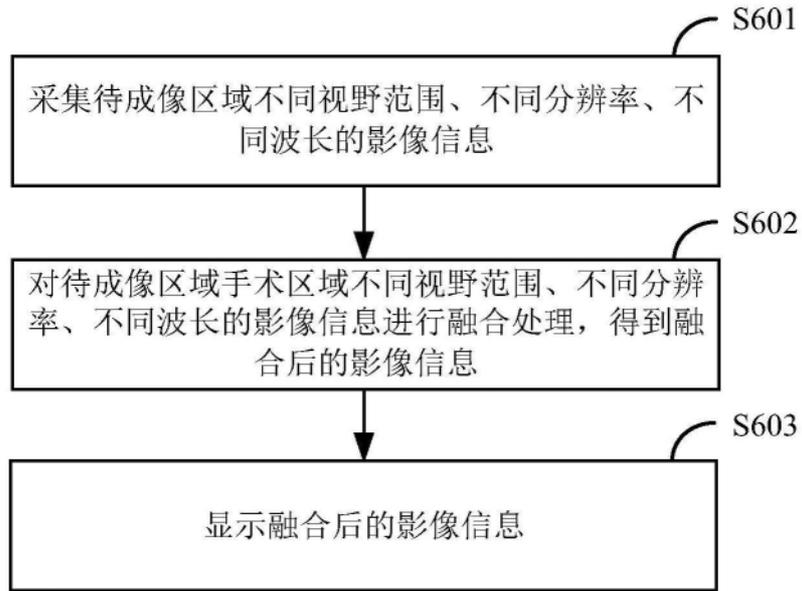


图6

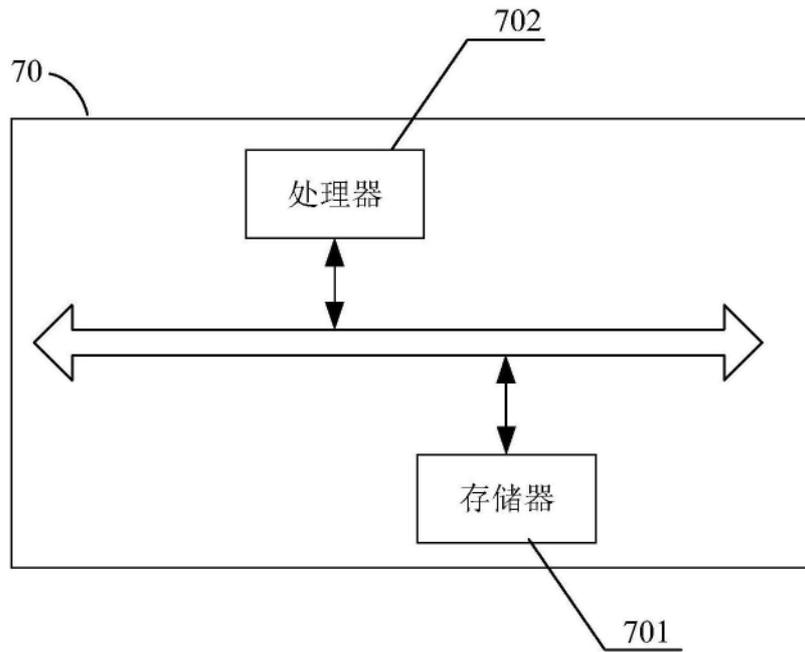


图7