



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 114898846 A

(43) 申请公布日 2022. 08. 12

(21) 申请号 202210524436.5

(22) 申请日 2022.05.13

(71) 申请人 中南大学

地址 410083 湖南省长沙市麓山南路932号

(72) 发明人 喻罡 高燕华 孙凯 杨莞晴

刘闰香 白冰倩

(74) 专利代理机构 长沙朕扬知识产权代理事务

所(普通合伙) 43213

专利代理师 周云喆

(51) Int.Cl.

G16H 30/20 (2018.01)

G16H 30/40 (2018.01)

G06T 3/40 (2006.01)

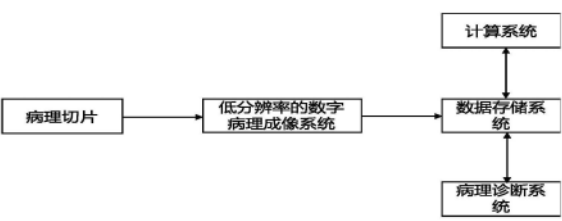
权利要求书3页 说明书9页 附图4页

(54) 发明名称

一种基于低分辨率成像的数字病理系统

(57) 摘要

本发明公开了基于低分辨率成像的数字病理系统,通过扫描病理切片,快速获取低分辨率病理图片,再将病理图像以低分辨率的方式进行存储,在使用时再采用超分辨率图像处理技术构建高分辨率图像,能在保证图片质量的同时,减少图像存储所带来的资源消耗,并且针对使用频率不同的图像进行分类存储,将经常使用的高分辨率图像单独存储,能大大提高检索速度。



1. 一种基于低分辨率成像的数字病理系统,其特征在于,包括:数字病理成像系统、数据存储系统、计算系统以及病理诊断系统,所述数据存储系统分别与所述数字病理成像系统、计算系统以及病理诊断系统建立通信;

所述数字病理成像系统用于获取切片的低分辨率病理图像及其切片编号,并将低分辨率病理图像及其切片编号发送给所述数据存储系统;

所述数据存储系统包括临时存储模块以及永久存储模块,用于将低分辨率病理图像存储在所述永久存储模块;

所述计算模块用于从所述永久存储模块调用低分辨率病理图像,并将所述低分辨率病理图像转化为高分辨率病理图像,并将所述高分辨率病理图像发送至数据存储系统的临时存储模块进行存储;

所述病理诊断系统用从所述永久存储模块调用低分辨率病理图像进行显示或从所述临时存储模块调用高分辨率病理图像进行显示。

2. 根据权利要求1所述的基于低分辨率成像的数字病理系统,其特征在于,所述数字病理成像系统包括:低分辨率病理扫描仪以及质量审查模块;

所述低分辨率病理扫描仪用于扫描病理切片的低分辨率病理图像,并将所述低分辨率病理图像发送给质量审查模块;所述质量审查模块用于检测所述低分辨率病理图像的色彩、模糊性,气泡和组织折叠度,并将所述低分辨率病理图像的色彩、模糊性,气泡和组织折叠度与标准图像的色彩、模糊性,气泡和组织折叠度进行比较,判断所述低分辨率病理图像是否为标准图像,当判断所述低分辨率病理图像为标准图像时,将所述低分辨率病理图像发送至所述数据存储系统中进行存储。

3. 根据权利要求2所述的基于低分辨率成像的数字病理系统,其特征在于,还包括数据管理模块,所述数据管理模块用于构建并存储病人的ID号及其他身份信息之间的映射表,所述数据管理模块还用于构建并存储病人ID、病理ID以及其他临床信息三者之间的映射表,所述数据管理模块还用于构建病理图像切片编号、病理ID、状态、保存位置信息和图像获取时间之间的映射表;

所述永久存储模块包括多个不同的存储单元;所述数据管理模块用于根据低分辨率病理图像的切片编号调用所述映射表查询所述低分辨率病理图像对应的病人信息,并根据所述病人信息预估所述低分辨率病理图像的使用频率,按使用频率的高低将不同的低分辨率病理图像调度或迁移至不同的存储单元中。

4. 根据权利要求3所述的基于低分辨率成像的数字病理系统,其特征在于,不同的存储单元采用不同的存储介质,存储使用频率低的低分辨率病理图像的存储单元采用成本较低的慢速大容量存储介质;存储使用频率高的低分辨率病理图像的存储单元采用成本较高的快速存取介质;所述临时存储模块采用最快速的存储介质。

5. 根据权利要求4所述的基于低分辨率成像的数字病理系统,其特征在于,所述多个不同的存储单元包括近期存储单元、中期存储单元以及长期存储单元,所述近期存储单元用于存储使用频率高的低分辨率病理图像,具体为目前在院的病人的低分辨率病理图像;所述中期存储单元用于存储使用频率中等的低分辨率病理图像,具体为一年内检查病人的低分辨率病理图像;所述长期存储单元用于存储使用频率低的低分辨率病理图像,具体为一年前的检查病人。

6. 根据权利要求5所述的基于低分辨率成像的数字病理系统,其特征在于,所述数据管理模块还包括:数据保存模块、数据检索模块、数据生成模块、数据浏览模块以及数据整理模块;

所述数据保存模块用于将数字病理成像系统发送来的低分辨率图像保存到近期存储单元;

所述数据调度模块用于查询所述近期存储单元内的各个低分辨率病理图像的病人信息,并根据各个低分辨率病理图像的病人信息判断各个低分辨率病理图像的使用频率是否高,当发现存在低分辨率病理图像的使用频率中等或者低时,将所述低分辨率病理图像从近期存储单元中迁移至中期存储单元或长期存储单元;所述数据调度模块用于查询所述中期存储单元内的各个低分辨率病理图像的病人信息,并根据各个低分辨率病理图像的病人信息判断各个低分辨率病理图像的使用频率是否低,当发现存在低分辨率病理图像的使用频率低时,将所述低分辨率病理图像从中期存储单元中迁移至长期存储单元中;

所述数据检索模块用于根据查询指令调用所述映射表从所述多个不同的存储单元中检索指定的低分辨率病理图像;

所述数据生成模块用于根据分辨率转换指令将对应的低分辨率病理图像发送至所述计算系统,并接收计算系统反馈回来的高分辨率图像,并将所述高分辨率图像放入临时存储模块中存储;

所述数据浏览模块用于根据浏览指令从所述临时存储模块调用对应的高分辨率图像,发送给所述病理诊断系统,以供病理诊断系统端的用户进行病理诊断或者阅片;

所述数据整理模块用于依据病人ID,将同一个病人的所有病理图像从永久存储模块和临床存储模块中提取出来,放入到指定的路径。

7. 根据权利要求6所述的基于低分辨率成像的数字病理系统,其特征在于,所述计算系统还与所述病理诊断系统连接;所述病理诊断系统还用于发送低分辨率病理图像给所述计算系统,所述计算系统包括:优先级判断模块以及超分辨率图像处理模块;

所述优先级判断模块用于判断发送来的低分辨率病理图像的处理优先级,并按优先级从高到低控制所述超分辨率图像处理模块依次对发送来的低分辨率病理图像进行低分辨率转高分辨率的图像处理。

8. 根据权利要求7所述的基于低分辨率成像的数字病理系统,其特征在于,所述超分辨率图像处理模块基于生成对抗网络的框架,接收低分辨率病理图像,输出高分辨率病理图像,所述超分辨率图像处理模块的生成器无全连接层,包括图像编码模块,图像解码模块以及上采样层三部分,用于将输入图像转换为放大的高分辨率的输出图像;图像编码模块和图像解码模块均使用全卷积神经网络,上采样层使用像素混洗或者转置卷积实现图像放大;所述超分辨率图像处理模块的生成器用感知代价、像素代价以及鉴别器的真伪代价,一起评估生成的高分辨率图像和真实的高分辨率图像的差异。

9. 根据权利要求8所述的基于低分辨率成像的数字病理系统,其特征在于,所述病理诊断系统由图像浏览窗口和图像读取模块组成;

所述图像浏览窗口为人机交互界面,供用户输入不同的阅片指令,并将阅片指令发送给所述图像读取模块;并显示图像读取模块反馈过来的、所述阅片指令所对应的病理图像;其中,阅片指令包括低分辨率阅片指令和高分辨率阅片指令;

所述图像读取模块用于解析所述阅片指令,并从所述阅片指令提取图像状态,以及对应的切片编号或病人ID或病理检查ID,并将图像状态以及所述切片编号或病人ID或病理检查ID封装成帧发送给所述数据检索模块;所述图像状态包括低分辨率病理图像和高分分辨率病理图像;

所述数据检索模块用于解析封装成帧的所述图像状态以及所述切片编号或病人ID或病理检查ID,当判断检索的图像为高分分辨率图像时,用于根据所述切片编号或病人ID或病理检查ID从临时存储模块中查找对应的高分辨率图像,若查找到对应的高分辨率图像,则将所述高分分辨率图像发送至图像读取模块,由图像读取模块将高分分辨率图像发送至所述图像浏览窗口中显示;若未查找到对应的高分辨率图像,则从永久存储模块中查找对应的低分辨率图像,并将所述低分辨率图像反馈给所述图像读取模块;当判断检索的图像为低分辨率图像时,调用从永久存储模块中查找对应的低分辨率图像,并将所述低分辨率图像反馈给所述图像读取模块;

所述图像读取模块还用于将所述数据检索模块反馈来的需转化为高分分辨率的低分辨率图像发送至所述超分辨率图像处理模块,控制所述超分辨率图像处理模块将所述低分辨率图像转化为高分分辨率图像,并接收所述超分辨率图像处理模块反馈回来的高分分辨率图像,并将所述高分分辨率图像发送至所述图像浏览窗口中显示;所述图像读取模块还用于将数据检索模块发送来的需直接显示的低分辨率图像直接发送至所述图像浏览窗口中进行显示。

10. 根据权利要求9所述的基于低分辨率成像的数字病理系统,其特征在于,所述病理诊断系统当处于高分分辨率阅片模式时,在终端本地保存需要阅片的高分辨率图像,采用提前下载、后台下载、或者数据存储系统的数据分发方法,将高分分辨率图像移到本地,且为病理诊断系统的每台终端分配需要阅片的病理ID,提前发送高分分辨率图像到阅片终端;

当处于低分辨率阅片模式时,从数据存储系统的永久存储中获取低分辨率图像;将当前视野的图像块计算为高分分辨率图像块,显示在图像浏览窗口;采用后台计算的方式,在阅片的同时计算当前浏览视野相邻的高分辨率图像块,以提高浏览的实时性。

一种基于低分辨率成像的数字病理系统

技术领域

[0001] 本发明涉及数字病理管理领域,尤其涉及一种基于低分辨率成像的数字病理系统。

背景技术

[0002] 病理诊断是疾病诊断的金标准,常规的病理诊断是显微镜观察切片。数字病理是现代病理学的革命性变革,可以显著提高阅片效率和质量,其基础是切片数字化。当前数字病理系统运用如图1所示的高分辨率成像技术,如高放大倍率镜头(如20倍、40倍、100倍)对切片进行成像,获得和存储高分辨率病理全片图像,然后用高分辨率图像诊断。

[0003] 然而,扫描和存储高分辨率图像的成本巨大。每年约5千万人次病理检查,即使按每人每次存储一张切片和2分钟成像时间计算,需要约250,000,000GB存储容量和200年的成像时间,实现一次网络复制约280年(以单张40X全片图像的网络传输需3分钟计算)。因此,基于高分辨率成像的数字病理技术以及其系统的应用成本极高,无法普遍用于数字病理的日常诊断工作。当前病理诊断仍然处于切片时代,和人民健康需求严重不相称。

发明内容

[0004] 本发明提供了一种基于低分辨率成像的数字病理系统,用于解决现有的数字病理系统应用成本高的技术问题。

[0005] 为解决上述技术问题,本发明提出的技术方案为:

[0006] 一种基于低分辨率成像的数字病理系统,包括:数字病理成像系统、数据存储系统、计算系统以及病理诊断系统,所述数据存储系统分别与所述数字病理成像系统、计算系统以及病理诊断系统建立通信;

[0007] 所述数字病理成像系统用于获取切片的低分辨率病理图像及其切片编号,并将低分辨率病理图像及其切片编号发送给所述数据存储系统;

[0008] 所述数据存储系统包括临时存储模块以及永久存储模块,用于将低分辨率病理图像存储在所述永久存储模块;

[0009] 所述计算模块用于从所述永久存储模块调用低分辨率病理图像,并将所述低分辨率病理图像转化为高分辨率病理图像,并将所述高分辨率病理图像发送至数据存储系统的临时存储模块进行存储;

[0010] 所述病理诊断系统用从所述永久存储模块调用低分辨率病理图像进行显示或从所述临时存储模块调用高分辨率病理图像进行显示。

[0011] 优选的,所述数字病理成像系统包括:低分辨率病理扫描仪以及质量审查模块;

[0012] 所述低分辨率病理扫描仪用于扫描病理切片的低分辨率病理图像,并将所述低分辨率病理图像发送给质量审查模块;所述质量审查模块用于检测所述低分辨率病理图像的色彩、模糊性,气泡和组织折叠度,并将所述低分辨率病理图像的色彩、模糊性,气泡和组织折叠度与标准图像的色彩、模糊性,气泡和组织折叠度进行比较,判断所述低分辨率

病理图像是否 为标准图像,当判断所述低分辨率病理图像为标准图像时,将所述低分辨率病理图像发送至 所述数据存储系统中进行存储。

[0013] 优选的,还包括数据管理模块,所述数据管理模块用于构建并存储病人的ID号及其他身 份信息之间的映射表,所述数据管理模块用于还用于构建并存储病人ID、病理ID以及其他 临床信息三者之间的映射表,所述数据管理模块还用于构建病理图像切片编号、病理ID、状 态、保存位置信息和图像获取时间之间的映射表;

[0014] 所述永久存储模块包括多个不同的存储单元;所述数据管理模块用于根据低分辨率病理 图像的切片编号调用所述映射表查询所述低分辨率病理图像对应的病人信息,并根据所述病 人信息预估所述低分辨率病理图像的使用频率,按使用频率的高低将不同的低分辨率病理图 像调度或迁移至不同的存储单元中。

[0015] 优选的,不同的存储单元采用不同的存储介质,存储使用频率低的低分辨率病理 图像的 存储单元采用成本较低的慢速大容量存储介质;存储使用频率高的低分辨率病理 图像的存储 单元采用成本较高的快速存取介质;所述临时存储模块采用最快速的存储介 质。

[0016] 优选的,所述多个不同的存储单元包括近期存储单元、中期存储单元以及长期存 储单元,所述近期存储单元用于存储使用频率高的低分辨率病理图像,具体为目前在院的 病人的低分 辨率病理图像;所述中期存储单元用于存储使用频率中等的低分辨率病理图 像,具体为一年 内检查病人的低分辨率病理图像;所述长期存储单元用于存储使用频率低 的低分辨率病理图 像,具体为一年前的检查病人。

[0017] 优选的,所述数据管理模块还包括:数据保存模块、数据检索模块、数据生成模块、数 据浏览模块以及数据整理模块;

[0018] 所述数据保存模块用于将数字病理成像系统发送来的低分辨率图像保存到近期 存储单元;

[0019] 所述数据调度模块用于查询所述近期存储单元内的各个低分辨率病理图像的病 人信息,并根据各个低分辨率病理图像的病人信息判断各个低分辨率病理图像的使用频 率是否高,当 发现存在低分辨率病理图像的使用频率中等或者低时,将所述低分辨率病理 图像从近期存储 单元中迁移至中期存储单元或长期存储单元;所述数据调度模块用于查 询所述中期存储单元 内的各个低分辨率病理图像的病人信息,并根据各个低分辨率病理 图像的病人信息判断各个 低分辨率病理图像的使用频率是否低,当发现存在低分辨率病 理图像的使用频率低时,将所 述低分辨率病理图像从中期存储单元中迁移至长期存储单 元中;

[0020] 所述数据检索模块用于根据查询指令调用所述映射表从所述多个不同的存储单 元中检索 指定的低分辨率病理图像;

[0021] 所述数据生成模块用于根据分辨率转换指令将对应的低分辨率病理图像发送至 所述计算 系统,并接收计算系统反馈回来的高分辨率图像,并将所述高分辨率图像放入临 时存储模块 中存储;

[0022] 所述数据浏览模块用于根据浏览指令从所述临时存储模块调用对应的高分辨率 图像,发 送给所述病理诊断系统,以供病理诊断系统端的用户进行病理诊断或者阅片;

[0023] 所述数据整理模块用于依据病人ID,将同一个病人的所有病理图像从永久存储模

块和临床存储模块中提取出来,放入到指定的路径。

[0024] 优选的,所述计算系统还与所述病理诊断系统连接;所述病理诊断系统还用于发送低分辨率病理图像给所述计算系统,所述计算系统包括:优先级判断模块以及高分辨率图像处理模块;

[0025] 所述优先级判断模块用于判断发送来的低分辨率病理图像的处理优先级,并按优先级从高到低控制所述超分辨率图像处理模块依次对发送来的低分辨率病理图像进行低分辨率转高分辨率的图像处理。

[0026] 优选的,所述超分辨率图像处理模块基于生成对抗网络的框架,接收低分辨率病理图像,输出高分辨率病理图像,所述超分辨率图像处理模块的生成器无全连接层,包括图像编码模块,图像解码模块以及上采样层三部分,用于将输入图像转换为放大的高分辨率的输出图像;图像编码模块和图像解码模块均使用全卷积神经网络,上采样层使用像素混洗或者转置卷积实现图像放大;所述超分辨率图像处理模块的生成器的鉴别器用感知代价、像素代价以及鉴别器的真伪代价,一起评估生成的高分辨率图像和真实的高分辨率图像的差异。

[0027] 优选的,所述病理诊断系统由图像浏览窗口和图像读取模块组成;

[0028] 所述图像浏览窗口为人机交互界面,供用户输入不同的阅片指令,并将阅片指令发送给所述图像读取模块;并显示图像读取模块反馈过来的、所述阅片指令所对应的病理图像;其中,阅片指令包括低分辨率阅片指令和高分辨率阅片指令;

[0029] 所述图像读取模块用于解析所述阅片指令,并从所述阅片指令提取图像状态,以及对应的切片编号或病人ID或病理检查ID,并将图像状态以及所述切片编号或病人ID或病理检查ID封装成帧发送给所述数据检索模块;所述图像状态包括低分辨率病理图像和高分辨率病理图像;

[0030] 所述数据检索模块用于解析封装成帧的所述图像状态以及所述切片编号或病人ID或病理检查ID,当判断检索的图像为高分辨率图像时,用于根据所述切片编号或病人ID或病理检查ID从临时存储模块中查找对应的高分辨率图像,若查找到对应的高分辨率图像,则将所述高分辨率图像发送至图像读取模块,由图像读取模块将高分辨率图像发送至所述图像浏览窗口中显示;若未查找到对应的高分辨率图像,则从永久存储模块中查找对应的低分辨率图像,并将所述低分辨率图像反馈给所述图像读取模块;当判断检索的图像为低分辨率图像时,调用从永久存储模块中查找对应的低分辨率图像,并将所述低分辨率图像反馈给所述图像读取模块;

[0031] 所述图像读取模块还用于将所述数据检索模块反馈来的需转化为高分辨率的低分辨率图像发送至所述超分辨率图像处理模块,控制所述超分辨率图像处理模块将所述低分辨率图像转化为高分辨率图像,并接收所述超分辨率图像处理模块反馈回来的高分辨率图像,并将所述高分辨率图像发送至所述图像浏览窗口中显示;所述图像读取模块还用于将数据检索模块发送来的需直接显示的低分辨率图像直接发送至所述图像浏览窗口中进行显示。

[0032] 优选的,所述病理诊断系统当处于高分辨率阅片模式时,在终端本地保存需要阅片的高分辨率图像,采用提前下载、后台下载、或者数据存储系统的数据分发方法,将高分辨率图像移到本地,且为病理诊断系统的每台终端分配需要阅片的病理ID,提前发送高分

分辨率图像 到阅片终端；

[0033] 当处于低分辨率阅片模式时，从数据存储系统的永久存储中获取低分辨率图像；将当前 视野的图像块计算为高分辨率图像块，显示在图像浏览窗口；采用后台计算的方式，在阅片 的同时计算当前浏览视野相邻的高分辨率图像块，以提高浏览的实时性。

[0034] 本发明具有以下有益效果：

[0035] 1、本发明中的基于低分辨率成像的数字病理系统，通过将病理图像以低分辨率的方式进行存储，在使用时再采用超分辨率图像处理技术构建高分辨率图像，能在保证图片质量的同时，减少图片存储所带来的资源消耗，并且针对使用频率不同的图像进行分类存储，将经常使用的超分辨图像单独存储，能大大提高检索速度。

[0036] 2、在优选方案中，本发明采用低分辨成像技术，通过低分辨率成像，能够更快的获取病理切片的低分辨率图像，节约了切片的扫描时间以及存储容量。此外，通过三级存储、永久和临时存储，进一步节约了存储成本。通过计算得到高分辨率图像，实现了低成本数字化和数字病理阅片的需求，解决当前数字病理高成本的问题，为数字病理提供了优选的解决方案。

[0037] 除了上面所描述的目的、特征和优点之外，本发明还有其它的目的、特征和优点。下面将参照附图，对本发明作进一步详细的说明。

附图说明

[0038] 构成本申请的一部分的附图用来提供对本发明的进一步理解，本发明的示意性实施例及其说明用于解释本发明，并不构成对本发明的不当限定。在附图中：

[0039] 图1为现有技术中高分辨率成像的数字病理技术及其系统的结构简图；

[0040] 图2为本发明实施例提供的基于低分辨率成像的数字病理系统的第一种结构简图；

[0041] 图3为本发明实施例提供的基于低分辨率成像的数字病理系统的第二种结构简图；

[0042] 图4为本发明实施例提供的基于低分辨率成像的数字病理系统的主流程图；

[0043] 图5为本发明实施例提供的数字病理成像系统的结构简图；

[0044] 图6为本发明实施例提供的数据存储系统的结构简图；

[0045] 图7为本发明实施例提供的数据存储系统的管理层次表的示意图；

[0046] 图8为本发明实施例提供的计算系统的结构简图；

[0047] 图9为本发明实施例提供的病理诊断系统的结构简图。

具体实施方式

[0048] 以下结合附图对本发明的实施例进行详细说明，但是本发明可以由权利要求限定和覆盖的多种不同方式实施。

[0049] 实施例一：

[0050] 现有数字病理技术的主要技术瓶颈是高成本。本发明用低分辨率扫描仪对切片成像，存储低分辨率图像，例如5倍放大图像。在使用时，用超分辨率图像生成算法获取高分辨率图像(如40倍)。由于病理图像的像素降低到六十四分之一，因此存储量降低到六十四

分之一，成像速度提高了六十四倍。因此，基于低分辨率图像的数字病理的成本降低到六十四分之一。本发明为实现基于低分辨率成像的数字病理，提出了数据存储、管理和调度的信息处理技术，降低切片数字化成本以及推动医院的数字病理科建设。

[0051] 具体的，如图2和图3所示，本实施例本提出一种基于低分辨率成像的数字病理系统，包括数字病理成像系统、数据存储系统、计算系统和病理诊断系统，数字病理成像系统、数据存储系统、计算系统和病理诊断系统利用通信网络连接在一起。

[0052] 其中，如图4所示，数字病理成像系统利用低分辨率病理扫描仪，获取切片的低分辨率病理图像，通过质量控制后进行数据存储。

[0053] 数据存储系统分为永久存储和临时存储两个层次。其中，永久存储保存切片所有的低分辨率图像，并且永久保存。临时存储保存需要使用的、由低分辨率图像转换的高分辨率图像。

[0054] 计算系统从存储系统中提取低分辨率图像，运行超分辨率图像生成方法，将低分辨率图像转换为高分辨率图像，保存到临时存储以供使用。

[0055] 病理诊断系统可以从永久存储或者临时存储中获取图像，具有高分辨率阅片和低分辨率阅片的两种功能模式。

[0056] 1、数字病理成像系统

[0057] 如图5所示，数字病理成像系统包括低分辨率扫描仪以及图像质量控制计算机，数字病理成像系统的工作流程为病理切片输入低分辨率病理扫描仪。低分辨率病理扫描仪是一种病理切片的成像设备，其特征是使用低放大倍率镜头，扫描病理切片。然后使用低分辨率的光电转换器件进行光电转换，经过数字取样和幅度量化处理，得到低分辨率图像。

[0058] 作为优选方案，低放大倍率镜头的放大倍数为5倍，以便和常用的40倍高分辨率图像成2的幂次方倍数关系，也可以用多台低分辨率病理扫描仪提高图像获取速度。

[0059] 作为上述方案的替代方案，可以用高分辨率扫描仪扫描切片，然后降采样到低分辨率图像进行存储。

[0060] 再将低分辨率图像输入图像质量控制计算机。该计算机运行一种超分辨率图像处理方法，转换为高分辨率图像。图像质量审查采用人工视觉或者图像分析技术自动检测图像质量。

[0061] 图像质量审查检查图像的色彩、模糊性，气泡和组织折叠。自动审查方法对比标准图像的色彩分布和采集的图像色彩分布的差异，如计算两个图像的色彩直方图的互信息、条件熵，超过阈值则认为图像偏色。使用梯度、空间频率等表征图像边缘的算子，检查图像的模糊度，超过阈值认为图像模糊。采集具有气泡和折叠的图像，人工标注位置，训练空间定位和识别的神经网络。用神经网络检查图像是否存在气泡和组织折叠。

[0062] 作为优选方案，图像质量控制计算机用低分辨率图像的队列管理低分辨率图像。

[0063] 作为优选方案，审查模块可以抽样一部分图像进行质量检验，以节约时间。通过检查的低分辨率图像输入到数据存储系统。

[0064] 作为优选方案，图像质量控制计算机可以用计算系统替代，以简化成像系统。

[0065] 作为优选方案，将生成的高分辨率图像放入数据存储系统的临时存储中，以免重复计算。

[0066] 作为优选方案,如果采用高分辨率扫描,将高分辨率图像放入数据存储系统的临时存储,将降采样的低分辨率图像存入永久图像的近期存储。

[0067] 作为优选方案,可以用多台计算机充当质量控制计算机,以加快图像质量检查速度。

[0068] 作为优选方案,质量控制的同时可以进行质量校正,运用生成对抗网络模型,将生成的图像迁移到标准的图像域,可选的模型结构如cycleGAN网络。

[0069] 作为优选方案,用合格图像和不合格图像训练生成对抗网络,用鉴别器对图像进行鉴别,不符合质量要求的图像鉴别为假。

[0070] 作为优选方案,用Faster RCNN、CenterNet、YOLO等定位网络,识别气泡和组织折叠的位置。

[0071] 作为优选方案,采用基于对比学习的无监督混合失真校正的神经网络,同时去除色彩和模糊的混合失真。该方法的优势是不需要配对的合格图像和不合格图像,并且可以同时去除多种图像失真。

[0072] 2、数据存储系统

[0073] 如图6所示,数据存储系统实现数据的存储和管理。数据存储分为永久存储介质和临时存储介质。永久存储分为近期、中期和长期图像三级存储,其中长期图像采用成本较低的慢速大容量存取介质,近期图像采用成本较高的快速存取介质。临时存储介质是最快速的存储介质。

[0074] 数据存储管理是系统的核心功能,负责数据的管理,包括数据保存、数据调度、数据检索、数据生成、数据浏览、数据整理六个功能模块。数据保存模块将图像保存到永久存储中,如接收数字病理成像系统的低分辨率图像,保存到近期图像①。数据调度模块根据图像获取的时间,将低分辨率图像逐渐从近期存储介质迁移到长期存储介质②。数据检索模块从存储中检索指定的图像③。数据生成模块将低分辨率图像输入计算系统,取回生成的高分辨率图像,放入临时存储④。数据浏览将高分辨率图像传输到病理诊断系统,实现病理诊断或者阅片⑤。数据整理模块依据病人ID,将同一个病人的所有病理图像从永久存储和临床存储中提取出来,放入到指定的路径⑥。

[0075] 其中,各数据管理模块建设为网络服务,为数字病理成像系统,计算系统和诊断系统进行网络调用。

[0076] 数据保存模块的执行步骤为:检查图像的病人ID,病理ID,编号等信息;检查是否为合格的低分辨率图像;将病人信息插入到数据库表格中;将图像拷贝到近期存储;将存储图像的路径保存到数据库表格中。

[0077] 数据调度模块在系统空闲时运行。检查近期存储的图像获取时间,将出院病人的图像移动到中期存储,从临时存储中删除该病人的高分辨率图像;检查中期存储的图像获取时间,超过时间限制的,移动到长期存储。

[0078] 数据检索模块的执行步骤为:检查检索条件包含的病人ID、病理ID、编号等信息、分辨率状态(高或者低)。(1)对高分辨率检索要求:检查临时存储,如果图像存在则返回图像;如果不存在,从永久存储检索低分辨率图像;将低分辨率图像传给计算系统得到高分辨率图像,保存进临时存储,并且返回高分辨率图像。(2)对低分辨率图像的检索要求:检查永久存储,获取低分辨率图像并且返回图像。

[0079] 数据生成模块的执行步骤为:依据病人ID、病理ID、编号等信息,从永久存储提取低分辨率图像;送入计算系统得到高分辨率图像并且返回图像。

[0080] 作为优选方案,病人ID可以用身份证表示。

[0081] 数据浏览模块的执行步骤为:依据病人ID、病理ID、编号等信息,从临时存储获取高分辨率图像并且返回;如高分辨率图像不存在,则从永久存储取出低分辨率图像,计算生成高分辨率图像并且返回图像。

[0082] 数据整理模块是根据病人ID整理图像,执行步骤为:从临时存储中获取该ID的所有高分辨率图像,放入指定路径下;从永久存储中检索低分辨率图像,输入计算系统计算高分辨率图像,复制到临时存储的指定的路径下。

[0083] 数据整理获取的同一个病理ID的所有病理图像均为高分辨率图像,放在同一个路径下,以方便管理和迁移。

[0084] 可以增加数据分发模块。执行步骤为:对于新产生的病理诊断,如果高分辨率图像存在,提前从临时存储发送到指定的病理诊断系统的终端;如果是低分辨率图像,发送到计算系统计算高分辨率图像,然后发送到指定的病理诊断系统的终端。

[0085] 分发策略预先定义好,包括指定各终端负责阅读的图像数量和人体部位。

[0086] 病理诊断的终端根据任务分类,以接收不同类型的图像。

[0087] 作为优选方案,对永久存储制作数据镜像,对永久存储和镜像同步保存数据。

[0088] 作为优选方案,在图像审查阶段生成的高分辨率图像存入临时存储,以免重复计算。

[0089] 作为优选方案,近期图像是目前在院的病人的图像;中期是一年内的检查病人;长期是一年前的检查病人。

[0090] 作为优选方案,临时存储的高分辨率图像在病人离开医院时,删除以降低存储成本。

[0091] 数据存储以病人为核心进行管理,分为如图7所示的三个层次,对应三个/套数据库表格。病人层包括病人的ID号和其他身份信息。检查层分为病人ID、病理ID和其他临床信息。图像层为病理ID、编号、状态、保存位置路径信息和图像获取时间。病人ID区分病人,病理ID区分同一次病理检查、编号记录一次病理检查的多张切片的编号。状态表示是低分辨率(0)还是高分辨率图像(1)。类型指图像保存的存储介质类型(永久或者临时、近期、中期、长期)。路径指在介质中,文件保存的路径。时间指图像获取的时间。通过三个层次信息,将病人ID、病理ID,编号联系在一起,为上述六个功能模块处理数据提供依据。

[0092] 作为优选方案,一个病人ID对应多个病理ID,一个病理ID对应多个编号,应用参照完整性约束进行管理。

[0093] 作为优选方案,临时存储和永久存储分别建立病人层、检查层和图像层的信息数据库表格,以方便分别管理两个存储的图像。

[0094] 作为优选方案,对应即将进入数据存储的图像,将上述的三个层次的信息先放入输入图像队列的表格中等待处理,以支持数据存储系统并行运行。

[0095] 3、计算系统

[0096] 具体的,如图8所示,计算系统使用超分辨率图像处理算法,将低分辨率图像转化为高分辨率图像。

[0097] 数据存储系统和病理诊断系统将需要处理的低分辨率图像输入到图像存储区的低分辨率 图像队列(1和2)。低分辨率图像队列记录了图像的病理ID,编号和图像位置等信息。优先级代表了处理的优先程度,同一优先级的图像按照进入队列的顺序(序号)处理。病理诊断 系统的生成要求优先级最高,以确保病理医生浏览图像的实时生成。图像位置是在计算系统 中图像存放的路径。

[0098] 作为优选方案,当出现优先级最高的任务时,应中断当前的计算任务,为最高任务计算 高分辨率图像。

[0099] 作为优选方案,将病理诊断系统低分辨率阅片模式需求的图像计算任务,作为最高优先 级任务。

[0100] 作为优选方案,计算系统预留计算能力,如保留一定量的并行计算卡,专用于优先 级最 高的任务。

[0101] 作为优选方案,对日常诊断的低分辨率图像,提前计算出高分辨率图像并且放入数据存 储系统的临时存储中。

[0102] 超分辨图像处理算法基于生成对抗网络的框架,接收低分辨率病理图像,输出高分 辨率 病理图像。

[0103] 作为优选方案,生成器包括图像编码模块,图像解码模块以及上采样层三部分,将 输入 图像转换为放大的高分辨率输出图像。图像编码和解码器均使用全卷积神经网络,上 采样层 使用像素混洗或者转置卷积实现图像放大。

[0104] 作为优选方案,生成器的主要特点是无全连接层,因此可以接受任何大小的低分 辨率病 理图像,如全片图像或者图像块。

[0105] 作为优选方案,算法用低分辨率图像和高分辨率图像的数据集训练,用鉴别器判 断生成 图像的真伪。用感知代价、像素代价以及鉴别器的真伪代价,一起评估生成的高分 辨率图 像 和真实的高分辨率图像的差异。生成器训练完成后,作为超分辨率图像处理算 法,用于将低 分辨率病理图像生成高分辨率图像。

[0106] 作为优选方案,用多个计算卡或者多台服务器组成计算系统的集群,并行对输入 的分辨 率图像,分块生成高分辨率图像块以及拼接为高分辨率图像,以提高图像的处理速 度。

[0107] 超分辨图像处理算法从低分辨率图像队列,按照优先级以及序号读取图像,并且 将低分 辨率图像队列的该图像信息删除。然后生成高分辨率图像,保存进高分辨率图像队 列,供数 据存储系统或者病理诊断系统读取。

[0108] 数据存储系统读取高分辨率图像队列,并且从队列中删除图像信息,将图像保存 到临时 存储中备用。病理诊断系统读取高分辨率图像队列,并且从队列中删除该图像信 息,将图 像 显示在病理诊断系统的显示屏上。

[0109] 4、病理诊断系统

[0110] 具体的,如图9所示,病理诊断系统由图像浏览窗口和图像读取模块组成。其中,图 像浏 览窗口显示高分辨率病理图像,可以缩放放大率,移动观察位置等常规病理浏览以及 填写诊 断报告等功能。图像读取模块负责产生浏览窗口所需的图像①。当浏览窗口需要图 像时,图 像读取模块调用数据存储管理的数据检索模块②。数据检索模块根据病理ID以及 编号等 信息, 查找临时存储③,如果发现高分辨率图像则传输给图像读取模块。如果没有

找到则从永久存储获取低分辨率图像④。将检索到的图像发给图像读取模块⑤。图像读取模块获取图像后，如果是高分辨率图像，则发送给图像浏览窗口⑥。如果是低分辨率图像，则输入给计算系统生成高分辨率图像(高优先级)⑦。将生成的高分辨率图像发送给图像浏览窗口⑧。

[0111] 作为优选方案，病理诊断系统有高分辨率阅片和低分辨率阅片两种模式。

[0112] 作为优选方案，高分辨率阅片模式主要用于日常诊断，在终端本地保存需要阅片的高分辨率图像。

[0113] 作为优选方案，高分辨率阅片模式时，采用提前下载、后台下载、或者数据存储系统的数据分发功能等方法，将高分辨率图像移到本地，阅片结束后删除。

[0114] 作为优选方案，高分辨率阅片模式时，为病理诊断系统的每台终端分配需要阅片的病理ID，提前发送高分辨率图像到阅片终端。

[0115] 作为优选方案，低分辨率阅片模式适用于无法提前准备高分辨率图像的场景下，例如回顾性阅片、科研等。

[0116] 作为优选方案，低分辨率阅片模式时，从数据存储系统的永久存储中获取低分辨率图像。将当前视野的图像块计算为高分辨率图像块，显示在图像浏览窗口。

[0117] 作为优选方案，低分辨率阅片模式时，采用后台计算的方式，在阅片的同时计算当前浏览视野相邻的高分辨率图像块，以提高浏览的实时性。

[0118] 以上所述仅为本发明的优选实施例而已，并不用于限制本发明，对于本领域的技术人员来说，本发明可以有各种更改和变化。凡在本发明的精神和原则之内，所作的任何修改、等同替换、改进等，均应包含在本发明的保护范围之内。

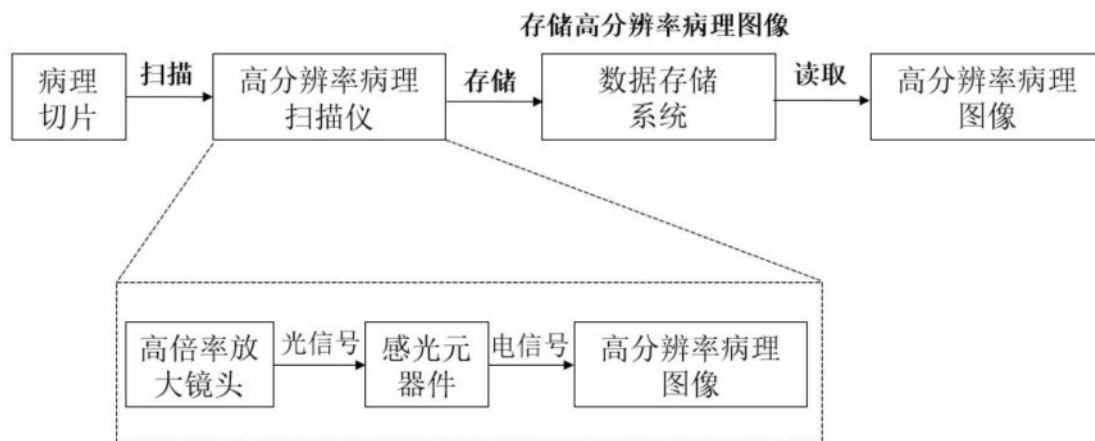


图1

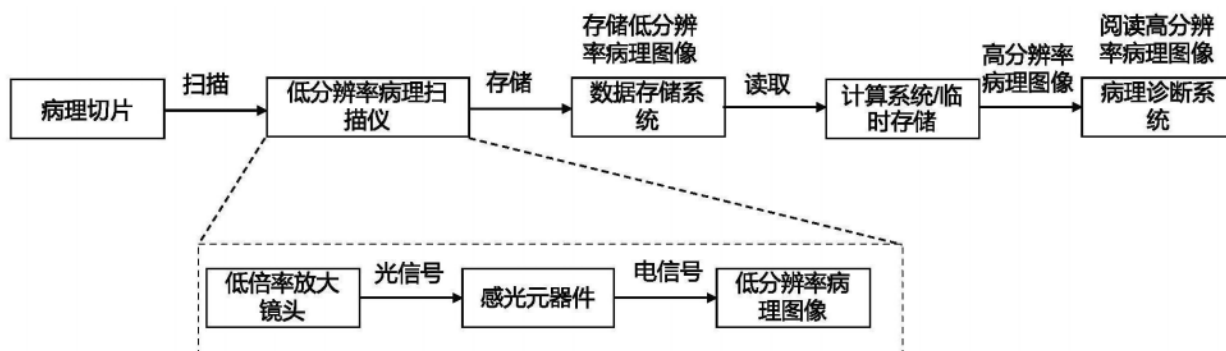


图2

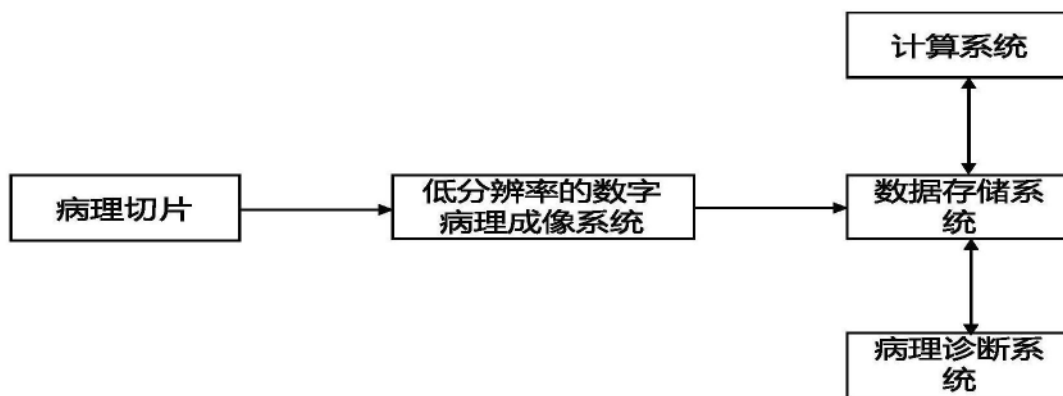


图3

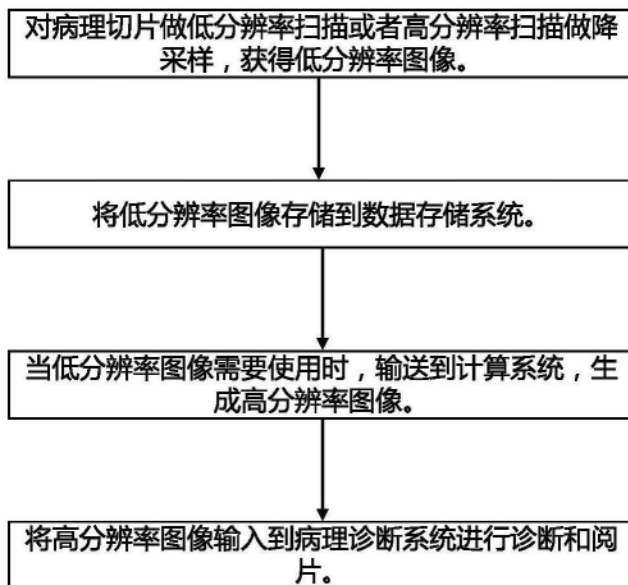


图4

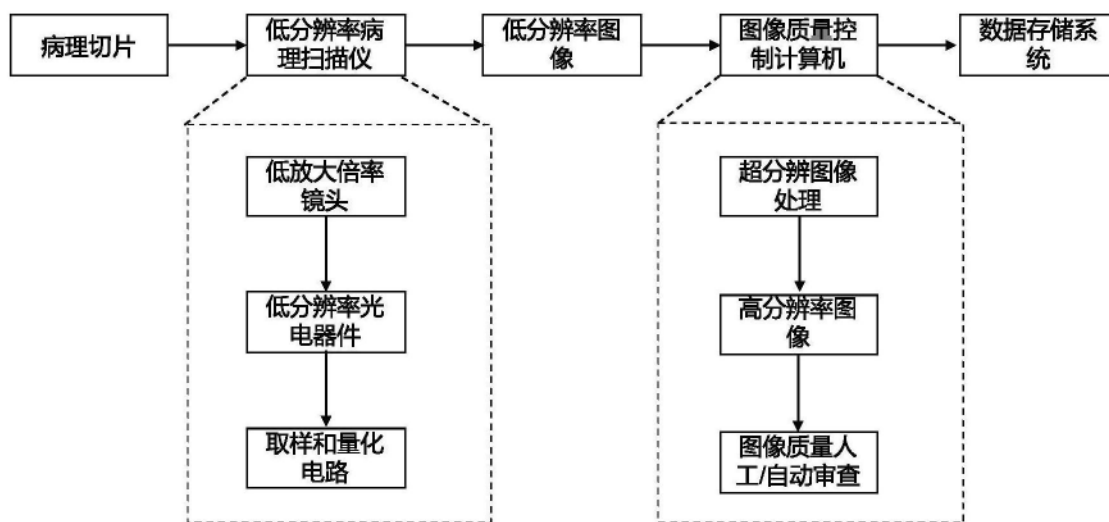


图5

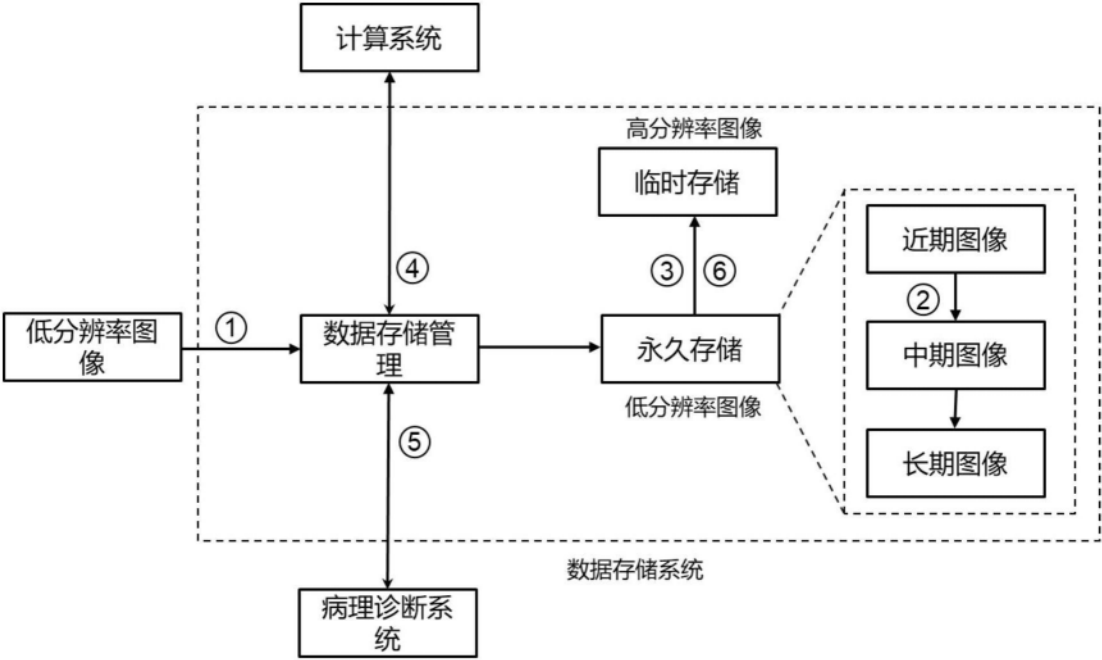


图6

病人层

病人ID	姓名	其他信息		
XXX				

检查层

病理ID	病人ID	其他信息		
YYY	XXX			

图像层

病理ID	编号	状态	类型	路径	时间
YYY	0	0	永久		
YYY	1	1	临时		

图7

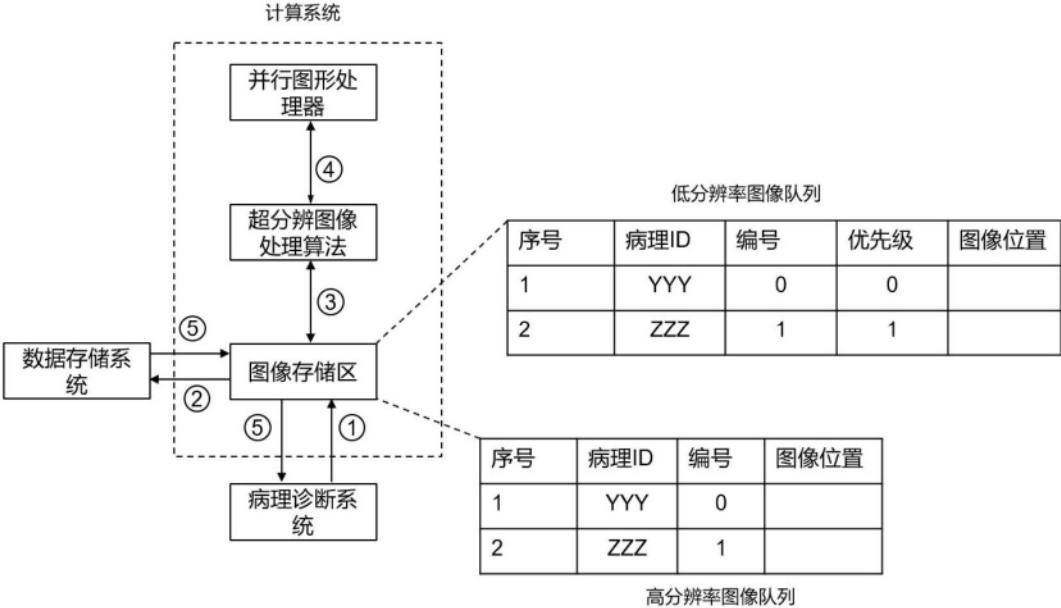


图8

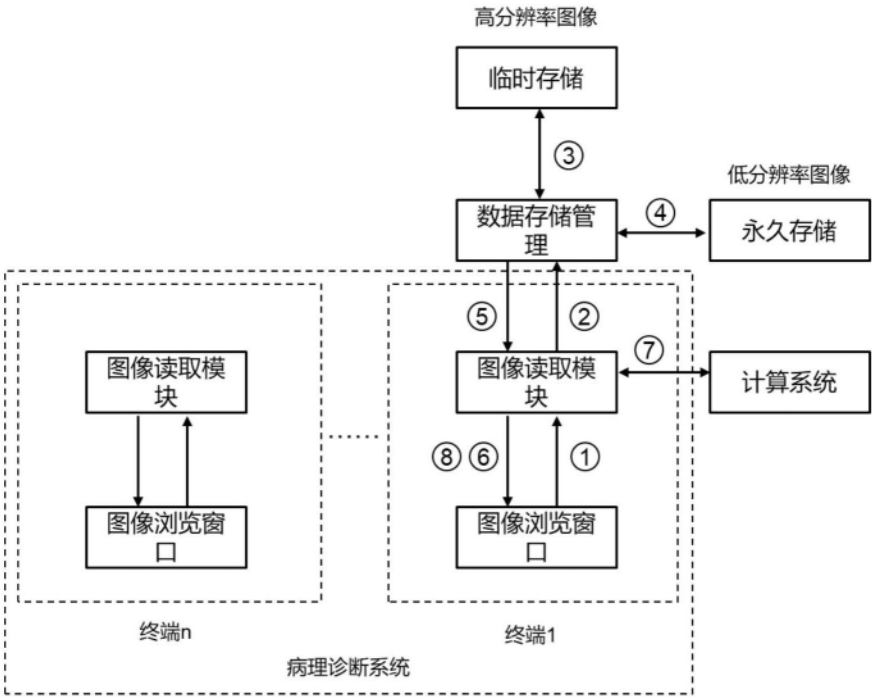


图9