



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 111554384 A

(43)申请公布日 2020.08.18

(21)申请号 202010405794.5

(22)申请日 2020.05.14

(71)申请人 南京信息工程大学

地址 210044 江苏省南京市江北新区宁六
路219号

(72)发明人 闫朝阳 徐军

(74)专利代理机构 南京钟山专利代理有限公司
32252

代理人 陈月菊

(51)Int.Cl.

G16H 30/40(2018.01)

G16H 70/60(2018.01)

G06K 9/62(2006.01)

G06N 3/08(2006.01)

G06T 7/11(2017.01)

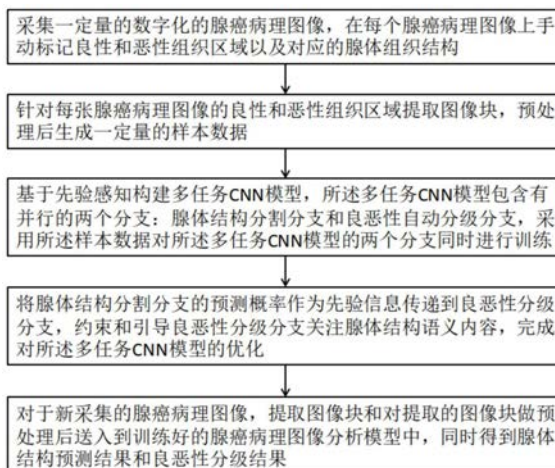
权利要求书2页 说明书6页 附图2页

(54)发明名称

基于先验感知和多任务学习的腺癌病理图像分析方法

(57)摘要

本发明公开了一种基于先验感知和多任务学习的腺癌病理图像分析方法,包括:对于新采集的腺癌病理图像,提取图像块和对提取的图像块做预处理后送入到训练好的基于多任务学习方法构建的腺癌病理图像分析模型中,所述腺癌病理图像分析模型包含并行的两个分支:腺体结构分割分支和良恶性自动分级分支,同时得到腺体结构预测结果和良恶性分级结果;所述腺体结构分割分支的分割结果作为先验信息传递至良恶性自动分级分支,约束和引导良恶性分级分支在关注腺体结构语义内容后再对腺癌病理图像进行分级。本发明能够实现并行的腺体组织分割和自动分级,减少了病理医生人工诊断的体力、精力和时间成本投入,提高了自动诊断的准确率。



1. 一种基于先验感知和多任务学习的腺癌病理图像分析方法, 其特征在于, 所述图像分析方法包括:

对于新采集的腺癌病理图像, 提取图像块和对提取的图像块做预处理后送入到训练好的基于多任务学习方法构建的腺癌病理图像分析模型中, 所述腺癌病理图像分析模型包含并行的两个分支: 腺体结构分割分支和良恶性自动分级分支, 同时得到腺体结构预测结果和良恶性分级结果;

其中, 所述腺体结构分割分支的分割结果作为先验信息传递至良恶性自动分级分支, 约束和引导良恶性分级分支在关注腺体结构语义内容后再对腺癌病理图像进行分级。

2. 根据权利要求1所述的基于先验感知和多任务学习的腺癌病理图像分析方法, 其特征在于, 所述腺癌病理图像分析模型的构建过程包括以下步骤:

S1, 采集一定量的数字化的腺癌病理图像, 在每个腺癌病理图像上手动标记良性和恶性组织区域以及对应的腺体组织结构;

S2, 针对每张腺癌病理图像的良性和恶性组织区域提取图像块, 预处理后生成一定量的样本数据;

S3, 基于先验感知构建多任务CNN模型, 所述多任务CNN模型包含有并行的两个分支: 腺体结构分割分支和良恶性自动分级分支, 采用所述样本数据对所述多任务CNN模型的两个分支同时进行训练;

S4, 将腺体结构分割分支的预测概率作为先验信息传递到良恶性分级分支, 约束和引导良恶性分级分支关注腺体结构语义内容, 完成对所述多任务CNN模型的优化。

3. 根据权利要求2所述的基于先验感知和多任务学习的腺癌病理图像分析方法, 其特征在于, 步骤S2中, 采用颜色迁移方法和数据增强方法对提取的图像块进行预处理。

4. 根据权利要求1-3任意一项中所述的基于先验感知和多任务学习的腺癌病理图像分析方法, 其特征在于, 所述腺体结构分割分支的分割结果包括腺体结构的预测概率结果。

5. 根据权利要求1-3任意一项中所述的基于先验感知和多任务学习的腺癌病理图像分析方法, 其特征在于, 所述腺癌病理图像分析模型包括图像接收单元、特征提取单元、腺体结构分割分支和良恶性自动分级分支;

所述图像接收单元用于接收预处理后的新采集的腺癌病理图像, 将接收到的图像传输至特征提取单元;

所述特征提取单元基于ResNet50骨干网络构建, 用于从腺癌病理图像中提取高维特征信息, 将提取到的高维特征信息同时发送至腺体结构分割分支和良恶性自动分级分支;

所述腺体结构分割分支对高维特征信息进行处理, 生成若干个对应的特征图谱, 将特征图谱经3*3卷积层做卷积处理后, 得到小尺度分割结果作为先验信息传递至良恶性自动分级分支, 同时对其采用双线性插值法处理得到与输入图像大小一致的最后分割结果;

所述良恶性自动分级分支对高维特征信息进行特征图谱提取处理, 同时从腺体结构分割分支发送的先验信息中提取腺体结构语义内容, 取基本积后, 经卷积全局池化成*2048的向量, 再经全连接层处理后得到分级结果。

6. 一种基于先验感知和多任务学习的腺癌病理图像分析装置, 其特征在于, 所述图像分析装置包括腺癌病理图像预处理模块、腺癌病理图像分析模型和腺癌病理图像分析模型构建模块;

所述腺癌病理图像预处理模块用于针对新采集的腺癌病理图像做对应的预处理,所述预处理包括提取图像块和图像块增强处理;

所述腺癌病理图像分析模型包含并行的两个分支:腺体结构分割分支和良恶性自动分级分支,其中,所述腺体结构分割分支的分割结果作为先验信息传递至良恶性自动分级分支,约束和引导良恶性分级分支在关注腺体结构语义内容后再对腺癌病理图像进行分级;

所述腺癌病理图像分析模型构建模块用于基于多任务学习方法构建腺癌病理图像分析模型,包括:

样本数据生成单元,用于采集一定量的数字化的腺癌病理图像,在每个腺癌病理图像上手动标记良性和恶性组织区域以及对应的腺体组织结构,再针对每张腺癌病理图像的良性和恶性组织区域提取图像块,预处理后生成一定量的样本数据;

模型构建单元,用于基于先验感知构建多任务CNN模型,所述多任务CNN模型包含有并行的两个分支:腺体结构分割分支和良恶性自动分级分支,采用所述样本数据对所述多任务CNN模型的两个分支同时进行训练;

模型优化单元,用于将腺体结构分割分支的预测概率作为先验信息传递到良恶性分级分支,约束和引导良恶性分级分支关注腺体结构语义内容,完成对所述多任务CNN模型的优化。

7.一种基于先验感知和多任务学习的腺癌病理图像分析系统,其特征在于,所述图像分析系统包括相互连接的处理器和存储器;

所述存储器中存储有计算机执行程序,所述处理器执行所述存储器存储的计算机执行程序,以执行如权利要求1-5任意一项中所述的基于先验感知和多任务学习的腺癌病理图像分析方法。

基于先验感知和多任务学习的腺癌病理图像分析方法

技术领域

[0001] 本发明涉及人工智能的深度学习方法与医学病理领域技术领域,具体而言涉及一种基于先验感知和多任务学习的腺癌病理图像分析方法、装置和系统。

背景技术

[0002] 随着计算机视觉技术的发展,越来越多的先进图像处理算法被应用到医学图像领域。在数字病理领域,深度学习因其在图像分类、组织分割和细胞检测等方面的优异性能而发挥着越来越重要的作用。通常,深度学习方法是简单地实现对图像像素的处理以进行最终的标签预测。虽然它达到甚至超过了人类水平的表现,但应用到临床上却缺少病理学水平的解释。因此,这需要考虑病理的先验知识来指导模型的推理。

[0003] 腺癌是最常见的癌症。在前列腺癌、肺腺癌和结肠腺癌的病理诊断中,腺体分化程度是决定腺癌分级的重要指标,也是病理学家人工诊断分级的重要标准。因此,对腺癌的研究往往依赖于对腺体的精确描述。因此亟需一种方法,将腺体分化程度这一重要指标纳入到对应的腺癌病理图像分析过程中,以获取更高的自动诊断准确率和更精细的诊断结果。

发明内容

[0004] 本发明目的在于提供一种基于先验感知和多任务学习的腺癌病理图像分析方法、装置和系统,利用先验感知和多任务学习方法对腺癌病理图像进行自动化分析,实现并行的腺体组织分割和自动分级,减少了病理医生人工诊断的体力、精力和时间成本投入;同时,本发明中将腺体分割结果作为先验信息用于约束自动分级任务预测,提高了自动诊断的准确率。而且,本发明提出的先验信息基于腺癌的临床病理诊断金标准,提高了应用到临床病理的解释性。

[0005] 为达成上述目的,结合图1,本发明提出一种基于先验感知和多任务学习的腺癌病理图像分析方法,所述图像分析方法包括:

[0006] 对于新采集的腺癌病理图像,提取图像块和对提取的图像块做预处理后送入到训练好的基于多任务学习方法构建的腺癌病理图像分析模型中,所述腺癌病理图像分析模型包含并行的两个分支:腺体结构分割分支和良恶性自动分级分支,同时得到腺体结构预测结果和良恶性分级结果;

[0007] 其中,所述腺体结构分割分支的分割结果作为先验信息传递至良恶性自动分级分支,约束和引导良恶性分级分支在关注腺体结构语义内容后再对腺癌病理图像进行分级。

[0008] 作为其中的一种优选例,所述腺癌病理图像分析模型的构建过程包括以下步骤:

[0009] S1,采集一定量的数字化的腺癌病理图像,在每个腺癌病理图像上手动标记良性和恶性组织区域以及对应的腺体组织结构;

[0010] S2,针对每张腺癌病理图像的良性和恶性组织区域提取图像块,预处理后生成一定量的样本数据;

[0011] S3,基于先验感知构建多任务CNN模型,所述多任务CNN模型包含有并行的两个分

支:腺体结构分割分支和良恶性自动分级分支,采用所述样本数据对所述多任务CNN模型的两个分支同时进行训练;

[0012] S4,将腺体结构分割分支的预测概率作为先验信息传递到良恶性分级分支,约束和引导良恶性分级分支关注腺体结构语义内容,完成对所述多任务CNN模型的优化。

[0013] 作为其中的一种优选例,步骤S2中,采用颜色迁移方法和数据增强方法对提取的图像块进行预处理。

[0014] 作为其中的一种优选例,所述腺体结构分割分支的分割结果包括腺体结构的预测概率结果。

[0015] 作为其中的一种优选例,所述腺癌病理图像分析模型包括图像接收单元、特征提取单元、腺体结构分割分支和良恶性自动分级分支;

[0016] 所述图像接受单元用于接收预处理后的新采集的腺癌病理图像,将接收到的图像传输至特征提取单元;

[0017] 所述特征提取单元基于ResNet50骨干网络构建,用于从腺癌病理图像中提取高维特征信息,将提取到的高维特征信息同时发送至腺体结构分割分支和良恶性自动分级分支;

[0018] 所述腺体结构分割分支对高维特征信息进行处理,生成若干个对应的特征图谱,将特征图谱经3*3卷积层做卷积处理后,得到小尺度分割结果作为先验信息传递至良恶性自动分级分支,同时对其采用双线性插值法处理得到与输入图像大小一致的最后分割结果;

[0019] 所述良恶性自动分级分支对高维特征信息进行特征图谱提取处理,同时从腺体结构分割分支发送的先验信息中提取腺体结构语义内容,取基本积后,经卷积全局池化成*2048的向量,再经全连接层处理后得到分级结果。

[0020] 本发明还提及一种基于先验感知和多任务学习的腺癌病理图像分析装置,所述图像分析装置包括腺癌病理图像预处理模块、腺癌病理图像分析模型和腺癌病理图像分析模型构建模块;

[0021] 所述腺癌病理图像预处理模块用于针对新采集的腺癌病理图像做对应的预处理,所述预处理包括提取图像块和图像块增强处理;

[0022] 所述腺癌病理图像分析模型包含并行的两个分支:腺体结构分割分支和良恶性自动分级分支,其中,所述腺体结构分割分支的分割结果作为先验信息传递至良恶性自动分级分支,约束和引导良恶性分级分支在关注腺体结构语义内容后再对腺癌病理图像进行分级;

[0023] 所述腺癌病理图像分析模型构建模块用于基于多任务学习方法构建腺癌病理图像分析模型,包括:

[0024] 样本数据生成单元,用于采集一定量的数字化的腺癌病理图像,在每个腺癌病理图像上手动标记良性和恶性组织区域以及对应的腺体组织结构,再针对每张腺癌病理图像的良性和恶性组织区域提取图像块,预处理后生成一定量的样本数据;

[0025] 模型构建单元,用于基于先验感知构建多任务CNN模型,所述多任务CNN模型包含有并行的两个分支:腺体结构分割分支和良恶性自动分级分支,采用所述样本数据对所述多任务CNN模型的两个分支同时进行训练;

[0026] 模型优化单元,用于将腺体结构分割分支的预测概率作为先验信息传递到良恶性分级分支,约束和引导良恶性分级分支关注腺体结构语义内容,完成对所述多任务CNN模型的优化。

[0027] 本发明还提及一种基于先验感知和多任务学习的腺癌病理图像分析系统,所述图像分析系统包括相互连接的处理器和存储器;

[0028] 所述存储器中存储有计算机执行程序,所述处理器执行所述存储器存储的计算机执行程序,以执行如前所述的基于先验感知和多任务学习的腺癌病理图像分析方法。

[0029] 以上本发明的技术方案,与现有相比,其显著的有益效果在于:

[0030] (1) 本方法的实现可以减少病理医生人工诊断的体力、精力和时间成本投入。

[0031] (2) 本方法的实现具有更高的自动诊断准确率。

[0032] (3) 本发明方法可以对图像同时预测腺体结构和良恶性诊断结果。

[0033] (4) 腺体结构分化是腺癌病理诊断的重要依据,而我们的先验信息正是利用了这一有效的腺体结构,这和临床病理诊断依据高度一致;使得本发明的方法应用到临床病理具有很强的可解释性。

[0034] (5) 本发明方法构建的多任务CNN模型可重复性高、鲁棒性强,极大降低了不同病理医生对同一病例切片诊断的差异性。

[0035] 应当理解,前述构思以及在下面更加详细地描述的额外构思的所有组合只要在这样的构思不相互矛盾的情况下都可以被视为本公开的发明主题的一部分。另外,所要求保护的主题的所有组合都被视为本公开的发明主题的一部分。

[0036] 结合附图从下面的描述中可以更加全面地理解本发明教导的前述和其他方面、实施例和特征。本发明的其他附加方面例如示例性实施方式的特征和/或有益效果将在下面的描述中显见,或通过根据本发明教导的具体实施方式的实践中得知。

附图说明

[0037] 附图不意在按比例绘制。在附图中,在各个图中示出的每个相同或近似相同的组成部分可以用相同的标号表示。为了清晰起见,在每个图中,并非每个组成部分均被标记。现在,将通过例子并参考附图来描述本发明的各个方面的实施例,其中:

[0038] 图1是本发明的基于先验感知和多任务学习的腺癌病理图像分析方法的流程图。

[0039] 图2是本发明的基于先验感知和多任务学习的腺癌病理图像分析装置的结构示意图。

[0040] 图3是是否采用先验信息对自动预测图像良恶性分级影响的对比结果示意图。

[0041] 图4是其中一种腺癌良恶性图像块示意图。

具体实施方式

[0042] 为了更了解本发明的技术内容,特举具体实施例并配合所附图式说明如下。

[0043] 具体实施例一

[0044] 结合图1,本发明提出一种基于先验感知和多任务学习的腺癌病理图像分析方法,所述图像分析方法包括:

[0045] 对于新采集的腺癌病理图像,提取图像块和对提取的图像块做预处理后送入到训

练好的基于多任务学习方法构建的腺癌病理图像分析模型中,所述腺癌病理图像分析模型包含并行的两个分支:腺体结构分割分支和良恶性自动分级分支,同时得到腺体结构预测结果和良恶性分级结果。

[0046] 其中,所述腺体结构分割分支的分割结果作为先验信息传递至良恶性自动分级分支,约束和引导良恶性分级分支在关注腺体结构语义内容后再对腺癌病理图像进行分级。

[0047] 本发明针对包括结直肠腺癌H&E病理图像在内的腺癌病理图像进行并行的腺体结构分割和良恶性分级自动预测,并利用腺体结构的预测概率结果约束图像的良恶性分级预测,不仅减少了病理医生人工诊断的体力、精力和时间成本投入,而且提高了自动诊断的准确率;此外,基于临床病理诊断的金标准复用先验信息,提高了应用到临床病理的解释性。

[0048] 在一些例子中,所述腺癌病理图像分析模型的构建过程包括以下步骤:

[0049] S1,采集一定量的数字化的腺癌病理图像,在每个腺癌病理图像上手动标记良性和恶性组织区域以及对应的腺体组织结构。例如,由病理医生在数字化的结直肠腺癌Hematoxylin&Eosin (H&E) 病理图像上手动标记良性和恶性组织区域以及对应的腺体组织结构。

[0050] S2,针对每张腺癌病理图像的良性和恶性组织区域提取图像块,预处理后生成一定量的样本数据。优选的,采用颜色迁移方法和数据增强方法对提取的图像块进行图像增强等预处理,以便于后续对图像做进一步的分割和分级处理。

[0051] S3,基于先验感知构建多任务CNN模型,所述多任务CNN模型包含有并行的两个分支:腺体结构分割分支和良恶性自动分级分支,采用所述样本数据对所述多任务CNN模型的两个分支同时进行训练。

[0052] S4,将腺体结构分割分支的预测概率作为先验信息传递到良恶性分级分支,约束和引导良恶性分级分支关注腺体结构语义内容,完成对所述多任务CNN模型的优化。在令一些例子中,所述腺体结构分割分支的分割结果包括腺体结构的预测概率结果。

[0053] 参见图2,所述腺癌病理图像分析模型包括图像接收单元、特征提取单元、腺体结构分割分支和良恶性自动分级分支。

[0054] 所述图像接受单元用于接收预处理后的新采集的腺癌病理图像,将接收到的图像传输至特征提取单元。

[0055] 所述特征提取单元基于ResNet50骨干网络构建,用于从腺癌病理图像中提取高维特征信息,将提取到的高维特征信息同时发送至腺体结构分割分支和良恶性自动分级分支。

[0056] 所述腺体结构分割分支对高维特征信息进行处理,生成若干个对应的特征图谱,将特征图谱经3*3卷积层做卷积处理后,得到小尺度分割结果作为先验信息传递至良恶性自动分级分支,同时对其采用双线性插值法处理得到与输入图像大小一致的最后分割结果。

[0057] 所述良恶性自动分级分支对高维特征信息进行特征图谱提取处理,同时从腺体结构分割分支发送的先验信息中提取腺体结构语义内容,取基本积后,经卷积全局池化成*2048的向量,再经全连接层处理后得到分级结果。

[0058] 对于一张病理图像,首先被送入ResNet50骨干网络中提取高维特征,然后分别、同时地用于腺体结构分割分支和良恶性分级分支任务,腺体结构分割分支的腺体结构预测概

率被用作先验信息传递到良恶性分级分支约束其更关注腺体结构语义内容,最终得到图像分析结果。应当理解,前述流程也同样应用在在腺癌病理图像分析模型的训练优化过程。

[0059] 图4是其中一种腺癌良恶性图像块示意图。图3是是否采用先验信息对自动预测图像良恶性分级影响的对比结果示意图。实践证明,采用基于先验信息感知方法的多任务CNN模型对图像良恶性分级具有更好的预测效能。

[0060] 具体实施例二

[0061] 本发明还提及一种基于先验感知和多任务学习的腺癌病理图像分析装置,所述图像分析装置包括腺癌病理图像预处理模块、腺癌病理图像分析模型和腺癌病理图像分析模型构建模块。

[0062] 所述腺癌病理图像预处理模块用于针对新采集的腺癌病理图像做对应的预处理,所述预处理包括提取图像块和图像块增强处理。优选的,所述腺癌病理图像预处理模块可以同时为样本图像和新采集的图像做预处理,减少冗余功能模块。

[0063] 所述腺癌病理图像分析模型包含并行的两个分支:腺体结构分割分支和良恶性自动分级分支,其中,所述腺体结构分割分支的分割结果作为先验信息传递至良恶性自动分级分支,约束和引导良恶性分级分支在关注腺体结构语义内容后再对腺癌病理图像进行分级。

[0064] 所述腺癌病理图像分析模型构建模块用于基于多任务学习方法构建腺癌病理图像分析模型,包括:

[0065] (1) 样本数据生成单元,用于采集一定量的数字化的腺癌病理图像,在每个腺癌病理图像上手动标记良性和恶性组织区域以及对应的腺体组织结构,再针对每张腺癌病理图像的良性和恶性组织区域提取图像块,预处理后生成一定量的样本数据。

[0066] (2) 模型构建单元,用于基于先验感知构建多任务CNN模型,所述多任务CNN模型包含并行的两个分支:腺体结构分割分支和良恶性自动分级分支,采用所述样本数据对所述多任务CNN模型的两个分支同时进行训练。

[0067] (3) 模型优化单元,用于将腺体结构分割分支的预测概率作为先验信息传递到良恶性分级分支,约束和引导良恶性分级分支关注腺体结构语义内容,完成对所述多任务CNN模型的优化。

[0068] 具体实施例三

[0069] 本发明还提及一种基于先验感知和多任务学习的腺癌病理图像分析系统,所述图像分析系统包括相互连接的处理器和存储器。

[0070] 所述存储器中存储有计算机执行程序,所述处理器执行所述存储器存储的计算机执行程序,以执行如前所述的基于先验感知和多任务学习的腺癌病理图像分析方法。

[0071] 在本公开中参照附图来描述本发明的各方面,附图中示出了许多说明的实施例。本公开的实施例不必定义在包括本发明的所有方面。应当理解,上面介绍的多种构思和实施例,以及下面更加详细地描述的那些构思和实施方式可以以很多方式中的任意一种来实施,这是因为本发明所公开的构思和实施例并不限于任何实施方式。另外,本发明公开的一些方面可以单独使用,或者与本发明公开的其他方面的任何适当组合来使用。

[0072] 虽然本发明已以较佳实施例揭露如上,然其并非用以限定本发明。本发明所属技术领域中具有通常知识者,在不脱离本发明的精神和范围内,当可作各种的更动与润饰。因

此,本发明的保护范围当视权利要求书所界定者为准。

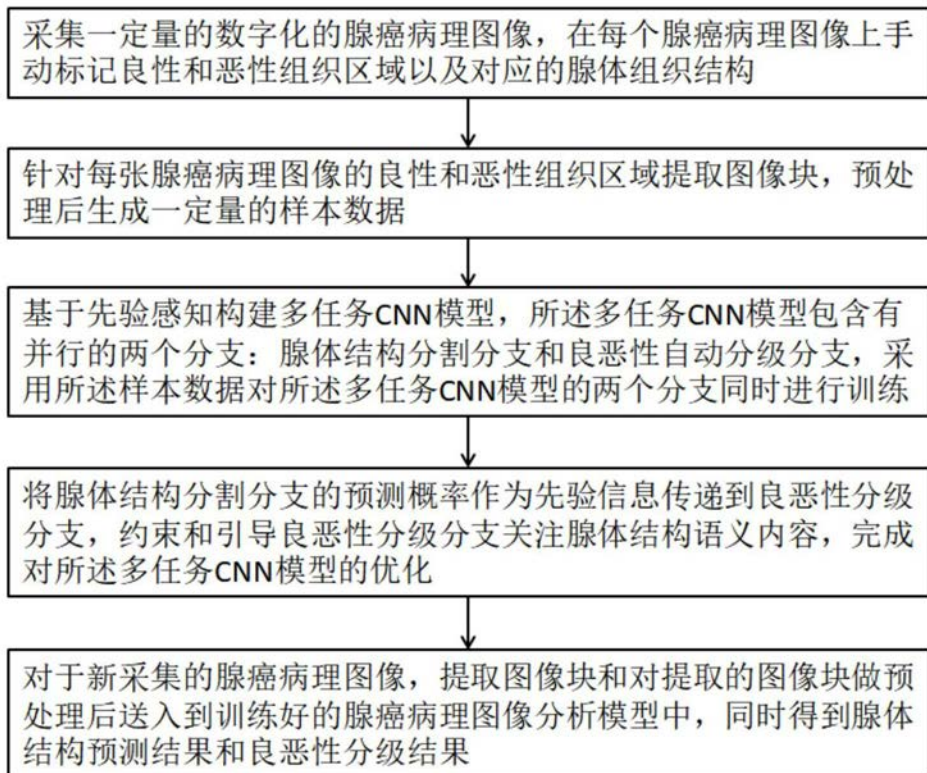


图1

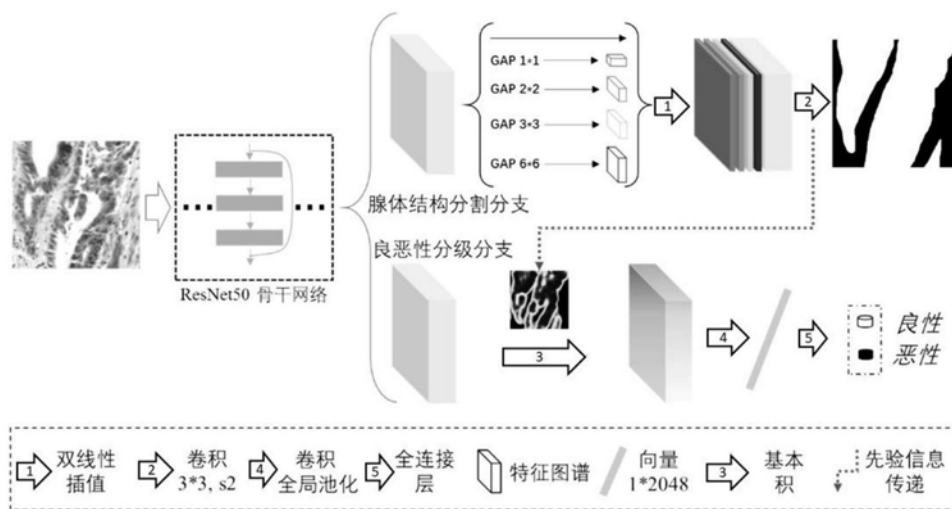


图2

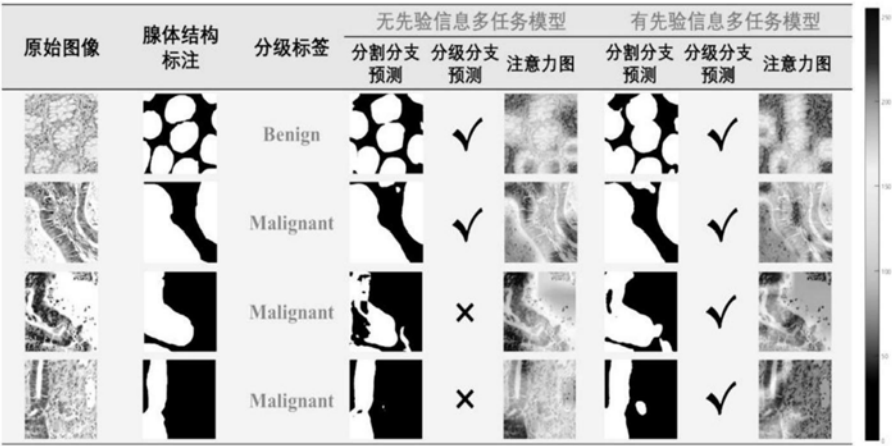


图3

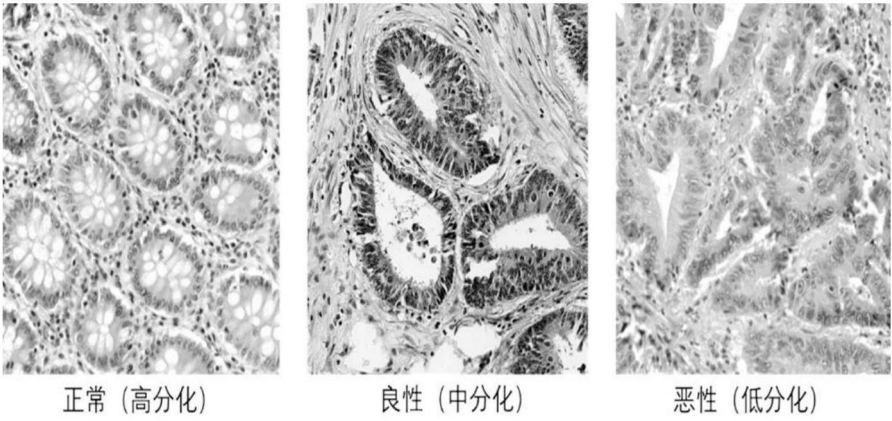


图4