



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 108230376 A

(43)申请公布日 2018.06.29

(21)申请号 201611264368.4

(22)申请日 2016.12.30

(71)申请人 北京市商汤科技开发有限公司
地址 100084 北京市海淀区中关村东路1号
院3号楼7层710-712房间

(72)发明人 李聪

(74)专利代理机构 北京英赛嘉华知识产权代理
有限责任公司 11204
代理人 王达佐 马晓亚

(51)Int.Cl.
G06T 7/33(2017.01)

权利要求书2页 说明书16页 附图10页

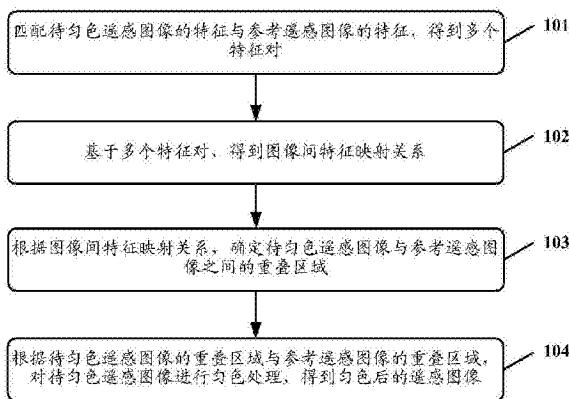
(54)发明名称

遥感图像处理方法、装置和电子设备

(57)摘要

本申请公开了遥感图像处理方法、装置和电子设备。方法包括：匹配待匀色遥感图像的特征与参考遥感图像的特征，得到多个特征对；基于多个特征对，确定图像间特征映射关系；根据图像间特征映射关系，确定待匀色遥感图像与参考遥感图像之间的重叠区域；根据待匀色遥感图像的重叠区域与参考遥感图像的重叠区域，对待匀色遥感图像进行匀色处理，得到匀色后的遥感图像。该实施方式在遥感图像的处理过程中去除了大量不必要的冗余数据，提高了遥感图像的处理效率且提高了遥感图像的处理精度。

100



1. 一种遥感图像处理方法,其特征在于,所述方法包括:

匹配待匀色遥感图像的特征与参考遥感图像的特征,得到多个特征对;

基于所述多个特征对,确定图像间特征映射关系;

根据所述图像间特征映射关系,确定所述待匀色遥感图像与所述参考遥感图像之间的重叠区域;

根据所述待匀色遥感图像的重叠区域与所述参考遥感图像的重叠区域,对所述待匀色遥感图像进行匀色处理,得到匀色后的遥感图像。

2. 根据权利要求1所述的遥感图像处理方法,其特征在于,所述根据所述图像间特征映射关系,确定所述待匀色遥感图像与所述参考遥感图像之间的重叠区域包括:

根据所述多个特征对,确定所述待匀色遥感图像与所述参考遥感图像之间的初始重叠区域;

对所述待匀色遥感图像与所述参考遥感图像之间的初始重叠区域进行云检测,得到云掩膜区域;

除去所述待匀色遥感图像与所述参考遥感图像之间的初始重叠区域中的所述云掩膜区域,得到所述待匀色遥感图像与所述参考遥感图像之间的重叠区域。

3. 根据权利要求1至2任意一项所述的遥感图像处理方法,其特征在于,所述根据所述待匀色遥感图像的重叠区域与所述参考遥感图像的重叠区域,对所述待匀色遥感图像进行匀色处理,得到匀色后的遥感图像包括:

根据所述待匀色遥感图像的重叠区域与所述参考遥感图像的重叠区域,确定所述待匀色遥感图像的重叠区域与所述参考遥感图像的重叠区域之间的映射关系;

根据所述待匀色遥感图像的重叠区域与所述参考遥感图像的重叠区域之间的映射关系,将所述参考遥感图像的重叠区域映射至所述待匀色遥感图像的重叠区域,得到待匀色遥感图像映射后的重叠区域;

对所述待匀色遥感图像映射后的重叠区域进行匀色处理,得到匀色后的遥感图像。

4. 根据权利要求3所述的遥感图像处理方法,其特征在于,所述根据所述待匀色遥感图像的重叠区域与所述参考遥感图像的重叠区域之间的映射关系,将所述参考遥感图像的重叠区域映射至所述待匀色遥感图像的重叠区域,得到待匀色遥感图像映射后的重叠区域包括:

根据所述待匀色遥感图像的重叠区域与所述参考遥感图像的重叠区域中相互对应的各个映射区域之间的映射关系,将所述参考遥感图像的重叠区域映射至所述待匀色遥感图像的重叠区域,得到待匀色遥感图像映射后的重叠区域。

5. 根据权利要求3至4任意一项所述的遥感图像处理方法,其特征在于,所述对所述待匀色遥感图像映射后的重叠区域进行匀色处理,得到匀色后的遥感图像包括:

沿所述待匀色遥感图像映射后的重叠区域的边界选取至少一个预定尺寸的扩展区域;

分别对各个所述扩展区域进行融合,得到匀色后的遥感图像。

6. 根据权利要求5所述的遥感图像处理方法,其特征在于,所述分别对各个所述扩展区域进行融合,得到匀色后的图像包括:

对于每一个所述扩展区域,根据以下任意一项得到该所述扩展区域的匀色后的图像:

对所述扩展区域采用泊松融合算法进行融合,得到该所述扩展区域的匀色后的图像;

根据所述扩展区域中的像素距边界的距离,对所述扩展区域进行线性加权融合,得到该所述扩展区域的匀色后的图像;以及

基于动态规划算法在所述扩展区域确定的最小拼合路径进行拼合,得到该所述扩展区域的匀色后的图像。

7. 根据权利要求6所述的遥感图像处理方法,其特征在于,所述对所述扩展区域采用泊松融合算法进行融合,得到该所述扩展区域的匀色后的图像包括:

计算所述扩展区域的能量函数;

基于所述扩展区域的边界,建立约束方程;

基于所述能量函数和所述约束方程,采用泊松融合算法融合所述扩展区域,得到匀色后的图像。

8. 根据权利要求7所述的遥感图像处理方法,其特征在于,所述基于所述能量函数和所述约束方程,采用泊松融合算法融合所述扩展区域,得到匀色后的图像包括:

所述扩展区域包括一个以上符合所述预定尺寸的局部窗口,每个所述局部窗口包括至少一个像素;

基于所述能量函数和所述约束方程,采用泊松融合算法依次融合各个窗口,得到匀色后的窗口图像;

拼接所有匀色后的窗口图像,得到匀色后的图像。

9. 一种遥感图像处理装置,其特征在于,所述装置包括:

特征对匹配单元,用于匹配待匀色遥感图像的特征与参考遥感图像的特征,得到多个特征对;

映射关系确定单元,用于基于所述多个特征对,确定图像间特征映射关系;

重叠区域确定单元,用于根据所述图像间特征映射关系,确定所述待匀色遥感图像与所述参考遥感图像之间的重叠区域;

匀色处理单元,用于根据所述待匀色遥感图像的重叠区域与所述参考遥感图像的重叠区域,对所述待匀色遥感图像进行匀色处理,得到匀色后的遥感图像。

10. 一种电子设备,其特征在于,包括:

存储器,存储可执行指令;

一个或多个处理器,与存储器通信以执行可执行指令从而完成以下操作:

匹配待匀色遥感图像的特征与参考遥感图像的特征,得到多个特征对;

基于所述多个特征对,确定图像间特征映射关系;

根据所述图像间特征映射关系,确定所述待匀色遥感图像与所述参考遥感图像之间的重叠区域;

根据所述待匀色遥感图像的重叠区域与所述参考遥感图像的重叠区域,对所述待匀色遥感图像进行匀色处理,得到匀色后的遥感图像。

遥感图像处理方法、装置和电子设备

技术领域

[0001] 本申请涉及计算机技术领域,具体涉及计算机图像处理技术领域,尤其涉及遥感图像处理方法、装置和电子设备。

背景技术

[0002] 在遥感图像的应用中,经常需要获得完整覆盖研究区域的图像,由于大部分图像常常在不同时相下获取,受季节、天气、光照以及不同区域等因素影响,各图像间存在明显的颜色和亮度等差异。若不同的影响直接拼接为完整图像,视觉效果较差,同时在很多定性或定量的遥感图像信息提取业务中,严重影响信息提取精度和提取效率。

[0003] 为了提高遥感图像处理的质量,在传统的遥感图像处理中,通常通过如下步骤进行遥感图像处理:首先根据待处理遥感图像,选定与其相近或相似的参考遥感图像,之后对待匀色遥感图像和参考遥感图像进行匹配,之后根据匹配结果拼接待处理遥感图像和参考遥感图像。其中,在进行图像匹配时,主要采用地理坐标配准和特征配准两种方案。

发明内容

[0004] 本申请提出一种遥感图像处理的技术方案。

[0005] 第一方面,本申请提供了一种遥感图像处理方法,方法包括:匹配待匀色遥感图像的特征与参考遥感图像的特征,得到多个特征对;基于多个特征对,确定图像间特征映射关系;根据图像间特征映射关系,确定待匀色遥感图像与参考遥感图像之间的重叠区域;根据待匀色遥感图像的重叠区域与参考遥感图像的重叠区域,对待匀色遥感图像进行匀色处理,得到匀色后的遥感图像。

[0006] 在一些实施例中,根据图像间特征映射关系,确定待匀色遥感图像与参考遥感图像之间的重叠区域包括:根据多个特征对,确定待匀色遥感图像与参考遥感图像之间的初始重叠区域;对待匀色遥感图像与参考遥感图像之间的初始重叠区域进行云检测,得到云掩膜区域;除去待匀色遥感图像与参考遥感图像之间的初始重叠区域中的云掩膜区域,得到待匀色遥感图像与参考遥感图像之间的重叠区域。

[0007] 在一些实施例中,对待匀色遥感图像与参考遥感图像之间的初始重叠区域进行云检测,得到云掩膜区域包括:基于神经网络对待匀色遥感图像与参考遥感图像之间的初始重叠区域进行云检测,得到云掩膜区域。

[0008] 在一些实施例中,根据待匀色遥感图像的重叠区域与参考遥感图像的重叠区域,对待匀色遥感图像进行匀色处理,得到匀色后的遥感图像包括:根据待匀色遥感图像的重叠区域与参考遥感图像的重叠区域,确定待匀色遥感图像的重叠区域与参考遥感图像的重叠区域之间的映射关系;根据待匀色遥感图像的重叠区域与参考遥感图像的重叠区域之间的映射关系,将参考遥感图像的重叠区域映射至待匀色遥感图像的重叠区域,得到待匀色遥感图像映射后的重叠区域;对待匀色遥感图像映射后的重叠区域进行匀色处理,得到匀色后的遥感图像。

[0009] 在一些实施例中,根据待匀色遥感图像的重叠区域与参考遥感图像的重叠区域,确定待匀色遥感图像的重叠区域与参考遥感图像的重叠区域之间的映射关系包括:待匀色遥感图像的重叠区域与参考遥感图像的重叠区域分别包括至少一个相互对应的映射区域;确定待匀色遥感图像的重叠区域与参考遥感图像的重叠区域中相互对应的各个映射区域之间的映射关系。

[0010] 在一些实施例中,根据待匀色遥感图像的重叠区域与参考遥感图像的重叠区域之间的映射关系,将参考遥感图像的重叠区域映射至待匀色遥感图像的重叠区域,得到待匀色遥感图像映射后的重叠区域包括:根据待匀色遥感图像的重叠区域与参考遥感图像的重叠区域中相互对应的各个映射区域之间的映射关系,将参考遥感图像的重叠区域映射至待匀色遥感图像的重叠区域,得到待匀色遥感图像映射后的重叠区域。

[0011] 在一些实施例中,确定待匀色遥感图像的重叠区域与参考遥感图像的重叠区域中相互对应的各个映射区域之间的映射关系包括以下任意一项:基于相互对应的各个映射区域中的特征对的颜色差值,确定相互对应的各个映射区域之间的映射关系;基于对相互对应的各个映射区域中的特征对的颜色进行机器学习,确定相互对应的各个映射区域之间的映射关系;以及基于相互对应的各个映射区域之间的直方图匹配,确定相互对应的各个映射区域之间的映射关系。

[0012] 在一些实施例中,对待匀色遥感图像映射后的重叠区域进行匀色处理,得到匀色后的遥感图像包括:沿待匀色遥感图像映射后的重叠区域的边界选取至少一个预定尺寸的扩展区域;分别对各个扩展区域进行融合,得到匀色后的遥感图像。

[0013] 在一些实施例中,分别对各个扩展区域进行融合,得到该扩展区域的匀色后的图像包括:对于每一个扩展区域,根据以下任意一项得到该扩展区域的匀色后的图像:对扩展区域采用泊松融合算法进行融合,得到该扩展区域的匀色后的图像;根据扩展区域中的像素距边界的距离,对扩展区域进行线性加权融合,得到该扩展区域的匀色后的图像;以及基于动态规划算法在扩展区域确定的最小拼合路径进行拼合,得到该扩展区域的匀色后的图像。

[0014] 在一些实施例中,对扩展区域采用泊松融合算法进行融合,得到该扩展区域的匀色后的图像包括:计算扩展区域的能量函数;基于扩展区域的边界,建立约束方程;基于能量函数和约束方程,采用泊松融合算法融合扩展区域,得到匀色后的图像。

[0015] 在一些实施例中,扩展区域包括一个以上符合预定尺寸的局部窗口,每个局部窗口包括至少一个像素。

[0016] 在一些实施例中,基于能量函数和约束方程,采用泊松融合算法融合扩展区域,得到匀色后的图像包括:基于能量函数和约束方程,采用泊松融合算法依次融合各个窗口,得到匀色后的窗口图像;拼接所有匀色后的窗口图像,得到匀色后的图像。

[0017] 在一些实施例中,基于能量函数和约束方程,采用泊松融合算法融合扩展区域,得到匀色后的图像包括以下任意一项:基于梯度和约束方程,采用泊松融合算法融合扩展区域;基于散度和约束方程,采用泊松融合算法融合扩展区域;基于角点量度和约束方程,采用泊松融合算法融合扩展区域;以及基于梯度直方图和约束方程,采用泊松融合算法融合扩展区域。

[0018] 在一些实施例中,根据待匀色遥感图像的重叠区域与参考遥感图像的重叠区域,

确定待匀色遥感图像的重叠区域与参考遥感图像的重叠区域之间的映射关系包括：根据待匀色遥感图像的重叠区域与参考遥感图像的重叠区域的至少一通道，确定待匀色遥感图像的重叠区域与参考遥感图像的重叠区域之间的映射关系。

[0019] 第二方面，本申请提供了一种遥感图像处理装置，装置包括：特征对匹配单元，用于匹配待匀色遥感图像的特征与参考遥感图像的特征，得到多个特征对；映射关系确定单元，用于基于多个特征对，确定图像间特征映射关系；重叠区域确定单元，用于根据图像间特征映射关系，确定待匀色遥感图像与参考遥感图像之间的重叠区域；匀色处理单元，用于根据待匀色遥感图像的重叠区域与参考遥感图像的重叠区域，对待匀色遥感图像进行匀色处理，得到匀色后的遥感图像。

[0020] 在一些实施例中，重叠区域确定单元包括：初始区域确定子单元，用于根据多个特征对，确定待匀色遥感图像与参考遥感图像之间的初始重叠区域；掩膜区域检测子单元，用于对待匀色遥感图像与参考遥感图像之间的初始重叠区域进行云检测，得到云掩膜区域；掩膜区域除去子单元，用于除去待匀色遥感图像与参考遥感图像之间的初始重叠区域中的云掩膜区域，得到待匀色遥感图像与参考遥感图像之间的重叠区域。

[0021] 在一些实施例中，掩膜区域检测子单元进一步用于：基于神经网络对待匀色遥感图像与参考遥感图像之间的初始重叠区域进行云检测，得到云掩膜区域。

[0022] 在一些实施例中，匀色处理单元包括：映射关系确定子单元，用于根据待匀色遥感图像的重叠区域与参考遥感图像的重叠区域，确定待匀色遥感图像的重叠区域与参考遥感图像的重叠区域之间的映射关系；重叠区域映射子单元，用于根据待匀色遥感图像的重叠区域与参考遥感图像的重叠区域之间的映射关系，将参考遥感图像的重叠区域映射至待匀色遥感图像的重叠区域，得到待匀色遥感图像映射后的重叠区域；匀色处理子单元，用于对待匀色遥感图像映射后的重叠区域进行匀色处理，得到匀色后的遥感图像。

[0023] 在一些实施例中，映射关系确定子单元进一步用于：待匀色遥感图像的重叠区域与参考遥感图像的重叠区域分别包括至少一个相互对应的映射区域；确定待匀色遥感图像的重叠区域与参考遥感图像的重叠区域中相互对应的各个映射区域之间的映射关系。

[0024] 在一些实施例中，重叠区域映射子单元进一步用于：根据待匀色遥感图像的重叠区域与参考遥感图像的重叠区域中相互对应的各个映射区域之间的映射关系，将参考遥感图像的重叠区域映射至待匀色遥感图像的重叠区域，得到待匀色遥感图像映射后的重叠区域。

[0025] 在一些实施例中，映射关系确定子单元进一步用于以下任意一项：基于相互对应的各个映射区域中的特征对的颜色差值，确定相互对应的各个映射区域之间的映射关系；基于对相互对应的各个映射区域中的特征对的颜色进行机器学习，确定相互对应的各个映射区域之间的映射关系；以及基于相互对应的各个映射区域之间的直方图匹配，确定相互对应的各个映射区域之间的映射关系。

[0026] 在一些实施例中，匀色处理子单元进一步用于：沿待匀色遥感图像映射后的重叠区域的边界选取至少一个预定尺寸的扩展区域；分别对各个扩展区域进行融合，得到匀色后的遥感图像。

[0027] 在一些实施例中，匀色处理子单元进一步用于：对于每一个扩展区域，根据以下任意一项得到该扩展区域的匀色后的图像：对扩展区域采用泊松融合算法进行融合，得到该

扩展区域的匀色后的图像;根据扩展区域中的像素距边界的距离,对扩展区域进行线性加权融合,得到该扩展区域的匀色后的图像;以及基于动态规划算法在扩展区域确定的最小拼合路径进行拼合,得到该扩展区域的匀色后的图像。

[0028] 在一些实施例中,匀色处理子单元进一步用于:计算扩展区域的能量函数;基于扩展区域的边界,建立约束方程;基于能量函数和约束方程,采用泊松融合算法融合扩展区域,得到匀色后的图像。

[0029] 在一些实施例中,匀色处理子单元中的扩展区域包括一个以上符合预定尺寸的局部窗口,每个局部窗口包括至少一个像素。

[0030] 在一些实施例中,匀色处理子单元进一步用于:基于能量函数和约束方程,采用泊松融合算法依次融合各个窗口,得到匀色后的窗口图像;拼接所有匀色后的窗口图像,得到匀色后的图像。

[0031] 在一些实施例中,匀色处理子单元进一步用于以下任意一项:基于梯度和约束方程,采用泊松融合算法融合扩展区域;基于散度和约束方程,采用泊松融合算法融合扩展区域;基于角点量度和约束方程,采用泊松融合算法融合扩展区域;以及基于梯度直方图和约束方程,采用泊松融合算法融合扩展区域。

[0032] 在一些实施例中,映射关系确定子单元进一步用于:根据待匀色遥感图像的重叠区域与参考遥感图像的重叠区域的至少一通道,确定待匀色遥感图像的重叠区域与参考遥感图像的重叠区域之间的映射关系。

[0033] 第三方面,本申请提供了一种电子设备,包括:存储器,存储可执行指令;一个或多个处理器,与存储器通信以执行可执行指令从而完成以下操作:匹配待匀色遥感图像的特征与参考遥感图像的特征,得到多个特征对;基于多个特征对,确定图像间特征映射关系;根据图像间特征映射关系,确定待匀色遥感图像与参考遥感图像之间的重叠区域;根据待匀色遥感图像的重叠区域与参考遥感图像的重叠区域,对待匀色遥感图像进行匀色处理,得到匀色后的遥感图像。

[0034] 本申请提供的遥感图像处理方法、装置和电子设备,通过首先匹配待匀色遥感图像的特征与参考遥感图像的特征,得到多个特征对,之后基于多个特征对,确定图像间特征映射关系,之后根据图像间特征映射关系,确定待匀色遥感图像与参考遥感图像之间的重叠区域,最后根据待匀色遥感图像的重叠区域与参考遥感图像的重叠区域,对待匀色遥感图像进行匀色处理,得到匀色后的遥感图像,从而在遥感图像的处理过程中去除了大量不必要的冗余数据,提高了遥感图像的处理效率且提高了遥感图像的处理精度。

[0035] 进一步的,在部分实施例中,本申请提供的遥感图像处理方法、装置和电子设备还提供了在待匀色图像中包括云掩膜区域时,如何确定待匀色遥感图像与参考遥感图像之间的重叠区域,从而可以避免遥感图像由于受到云或雪等高亮地物图像影响所导致的云或雪区域色彩发生严重畸变,从而提高了后续图像处理的准确率。

附图说明

[0036] 通过阅读参照以下附图所作的对非限制性实施例所作的详细描述,本申请的其它特征、目的和优点将会变得更明显:

[0037] 图1是根据本申请的遥感图像处理方法的一个实施例的示意性流程图;

[0038] 图2是根据本申请的待匀色遥感图像和参考遥感图像基于特征点对得到重叠区域的一个示例性应用场景的示意图；

[0039] 图3是根据图像间特征映射关系确定待匀色遥感图像与参考遥感图像之间的重叠区域的方法的一个实施例的示意性流程图；

[0040] 图4是根据本申请的待匀色遥感图像和参考遥感图像基于深度学习的云检测得到云掩膜图像的一个示例性应用场景的示意图；

[0041] 图5是根据待匀色遥感图像的重叠区域与参考遥感图像的重叠区域对待匀色遥感图像进行匀色处理以得到匀色后的遥感图像的方法的一个实施例的示意性流程图；

[0042] 图6a是根据本申请的参考遥感图像的重叠区域的累计直方图和待匀色遥感图像的重叠区域的累计直方图的一个示例性应用场景的示意图；

[0043] 图6b是根据本申请的映射后的与参考遥感图像的重叠区域近似的待匀色遥感图像的重叠区域的累计直方图的示意图；

[0044] 图7是根据本申请的重叠区域建立用于匀色边界处理的扩展区域的一个示例性应用场景的示意图；

[0045] 图8a是应用本申请的遥感图像处理方法之前的待匀色遥感图像的一个实施例的示意图；

[0046] 图8b是对图8a应用本申请实施例的遥感图像处理方法匀色后的图像；

[0047] 图9a是应用本申请的遥感图像处理方法之前的待匀色遥感图像的又一个实施例的示意图；

[0048] 图9b是对图9a应用本申请实施例的遥感图像处理方法匀色后的图像；

[0049] 图10是根据本申请的遥感图像处理装置的一个实施例的结构示意图；

[0050] 图11是适于用来实现本申请实施例的终端设备或服务器的计算机系统的结构示意图。

具体实施方式

[0051] 下面结合附图和实施例对本申请作进一步的详细说明。可以理解的是，此处所描述的具体实施例仅仅用于解释相关发明，而非对该发明的限定。另外还需要说明的是，为了便于描述，附图中仅示出了与有关发明相关的部分。

[0052] 需要说明的是，在不冲突的情况下，本申请中的实施例及实施例中的特征可以相互组合。下面将参考附图并结合实施例来详细说明本申请。

[0053] 图1示出了根据本申请的遥感图像处理方法的一个实施例的示意性流程图。

[0054] 如图1所示，遥感图像处理方法100，包括以下步骤：

[0055] 步骤101，匹配待匀色遥感图像的特征与参考遥感图像的特征，得到多个特征对。

[0056] 在本实施例中，遥感图像处理方法运行于其上的电子设备（例如图1所示的服务器）可以分别提取待匀色遥感图像的特征与参考遥感图像的特征，之后对两张图像提取的特征进行匹配，得到特征对。这里的参考遥感图像，为人工选定的与待匀色遥感图像相近或相似且具有较高图像质量（例如清晰度高、无遮掩等）的历史遥感图像。

[0057] 这里的匹配待匀色遥感图像的特征与参考遥感图像的特征，可以为匹配待匀色遥感图像的特征与参考遥感图像的特征点，也可以为匹配待匀色遥感图像的特征与参考遥感

图像的特征线,还可以为匹配待匀色遥感图像的特征与参考遥感图像的其他特征。

[0058] 示例性的,下面以特征点为例,说明待匀色遥感图像的特征点与参考遥感图像的特征点的提取与匹配。

[0059] 特征点又称为兴趣点、关键点,它是在图像中突出且具有代表意义的一些明显点。提取特征点是在两张待匹配的图像中寻找那些最容易识别的像素点,例如角点,由图像中一些几何结构的关节点构成,很多都是线条之间产生的交点,又例如纹理丰富的物体边缘点。提取特征点的算法,可以为现有技术或未来发展的技术中能够具有一定程度抗尺度、色彩、仿射变化,具备鲁棒性特征点提取能力的算法,本申请对此不做限定。例如,可以通过尺度不变特征变换(SIFT)算法来提取特征点。

[0060] 提取特征点通常可以包括以下两个步骤:提取检测子:在两张待匹配的图像中寻找那些最容易识别的像素点(角点),比如纹理丰富的物体边缘点等;提取描述子,可以用一些数学上的特征对检测子进行描述,如梯度直方图,局部随机二值特征等,得到特征点的描述子。

[0061] 在提取特征点之后,可以匹配待匀色遥感图像的特征点与参考遥感图像的特征点。首先,可以判断它们在两张图像中的对应关系,判断所用的算法可以为现有技术或未来发展的技术中判断特征点在两张图像中的对应关系的算法,本申请对此不做限定。例如,可以采用高维数据的快速最近邻算法(FLANN)判断描述子在两张图像中的对应关系。为了去除错误的匹配点,保留正确的匹配点,还可以采用现有技术或未来发展的技术中的消噪算法对得到的描述子进行消噪,本申请对此不做限定。例如,可以采用随机抽样一致性(RANSAC)算法对得到的描述子进行消噪。

[0062] 步骤102,基于多个特征对,确定图像间特征映射关系。

[0063] 在本实施例中,在步骤101得到的特征点对的基础上,可以获取图像间特征映射关系。这里的特征映射关系,指待匀色遥感图像的特征与参考遥感图像的特征之间相互“对应”的关系,可以有多种表现形式,本申请对此不做限定。例如,可以以映射矩阵这一表现形式来表现的特征映射关系。

[0064] 以下以特征点对为例,说明当特征映射关系为映射矩阵时确定图像间映射矩阵的过程:

[0065] 假设 (x_1, y_1) 和 (x_2, y_2) 为由SIFT算法提取到的两幅图像间同名像点(代表实际地物中的相同位置的一对像素点,称为同名像点)中的一对,那同名像点之间满足如下映射关系:

$$[0066] \begin{bmatrix} x_1 \\ y_1 \\ 1 \end{bmatrix} = A \cdot \begin{bmatrix} x_2 \\ y_2 \\ 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & a_{13} \\ a_{21} & a_{22} & a_{23} \\ a_{31} & a_{32} & a_{33} \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} x_2 \\ y_2 \\ 1 \end{bmatrix}$$

[0067] 其中,A为仿射变换矩阵,其中参数 $a_{11} \dots a_{33}$ 共同表达了图像间的相对关系中的平移、尺度缩放、旋转、剪切等具体参数,因此,可以利用同名像点求解上式中的参数矩阵A,也即得到图像间映射矩阵。这里可以采用现有技术或未来发展的技术中的确定参数矩阵的算法来确定参数矩阵,本申请对此不做限定。例如,可以采用RANSAC算法来确定参数矩阵。

[0068] 步骤103,根据图像间特征映射关系,确定待匀色遥感图像与参考遥感图像之间的

重叠区域。

[0069] 在本实施例中,基于步骤102中得到的图像间特征映射关系,计算参考遥感图像的顶点转换后的转换点集,由待匀色遥感图像的顶点集合和参考遥感图像的转换点集,计算多边形交集。根据图像间特征映射关系的逆,计算多边形的交集在参考遥感图像中的原始点集,得到重叠区域。

[0070] 示例性的,以基于特征点对确定的图像间映射矩阵为例,计算图像间重叠区域:

[0071] 请参考图2,在图2中,基于图像间映射矩阵,可以计算A图像的重叠区域:A图像的重叠区域为多边形,设定多边形的顶点分别为点 P_1 、 P_2 、 P_3 、 P_4 ,点 P_2 为A图像的右下点坐标,点 P_1 为B图像左上点坐标在A图像上的同名像点坐标,由上述图1中步骤103得到的映射关系,可以得出 P_1 在图像A中的实际坐标点,在计算点 P_3 的坐标时,可以由B图像的左下点坐标,计算其在A图像上的同名像点 P_3' 坐标,连线 P_1P_3' , P_1P_3' 与A图像下边界的交点为点 P_3 坐标;同理,在计算点 P_4 的坐标时,可以计算B图像的右上点坐标在A图像上的同名像点 P_4' 的坐标,连线 P_1P_4' , P_1P_4' 与A图像右边界的交点为点 P_4 坐标。计算得到点 P_1 、 P_2 、 P_3 、 P_4 在图像A中的坐标,也就得到A图像的重叠区域,根据图1中步骤103得到的映射关系,可以得到图像B的重叠区域,于是得到重叠区域的边界: P_1P_3 、 P_3P_2 、 P_2P_4 、 P_4P_1 。

[0072] 返回图1,步骤104,根据待匀色遥感图像的重叠区域与参考遥感图像的重叠区域,对待匀色遥感图像进行匀色处理,得到匀色后的遥感图像。

[0073] 在本实施例中,可以根据参考遥感图像的重叠区域,对待匀色遥感图像的重叠区域进行处理,得到处理后的待匀色遥感图像的重叠区域,之后可以对处理后的待匀色遥感图像的重叠区域的边界进行匀色处理,从而得到匀色后的遥感图像。

[0074] 如背景技术中提到的,传统的遥感图像处理通常包括如下步骤:首先根据待匀色遥感图像,选定与其相近或相似的参考遥感图像,之后对待匀色遥感图像和参考遥感图像进行匹配,之后根据匹配结果在拼接区域采用羽化处理来拼接待处理遥感图像和参考遥感图像。其中,在进行图像匹配时,主要采用地理坐标配准和特征配准两种方案。

[0075] 然而,在传统的遥感数据图像匀色处理中进行图像匹配时,地理坐标配准常常由于地理坐标误差以及图像自身畸变导致配准精度受到制约,而且为了图像脱密,很多时候图像并不具备地理坐标。为此特征匹配方案成为更通用的方案,尽管现在主流方法已经实现特征自动提取,但匹配中仍会存在大量错误匹配。而之后根据匹配结果拼接待处理遥感图像与参考遥感图像时,通常在全图范围内进行处理,处理的数据中包括了大量冗余数据,导致遥感图像的处理效率较低且处理精度较差,并且在拼接区域采用羽化处理,会导致细节模糊不清。

[0076] 与之相比,本申请上述实施例提供的遥感图像处理方法,通过匹配待匀色遥感图像的特征与参考遥感图像的特征,得到多个特征对;基于多个特征对,确定图像间特征映射关系;根据图像间特征映射关系,确定待匀色遥感图像与参考遥感图像之间的重叠区域;根据待匀色遥感图像的重叠区域与参考遥感图像的重叠区域,对待匀色遥感图像进行匀色处理,得到匀色后的遥感图像,从而在遥感图像的处理过程中去除了大量不必要的冗余数据,提高了遥感图像的处理效率且提高了遥感图像的处理精度。

[0077] 进一步参考图3,图3示出了根据图像间特征映射关系确定待匀色遥感图像与参考遥感图像之间的重叠区域的方法的一个实施例的示意性流程图。

[0078] 该根据图像间特征映射关系确定待匀色遥感图像与参考遥感图像之间的重叠区域的方法,示出了在待匀色图像中包括云掩膜区域时,如何确定待匀色遥感图像与参考遥感图像之间的重叠区域。

[0079] 如图3所示,根据图像间特征映射关系确定待匀色遥感图像与参考遥感图像之间的重叠区域的方法300包括:

[0080] 在步骤301中,根据多个特征对,确定待匀色遥感图像与参考遥感图像之间的初始重叠区域。

[0081] 在本实施例中,根据多个特征对,可以确定待匀色遥感图像与参考遥感图像之间的图像间特征映射关系,之后根据图像间映射关系,计算参考遥感图像的顶点转换后的转换点集,由待匀色遥感图像的顶点集合和参考遥感图像的转换点集,计算多边形交集。根据图像间特征映射关系的逆,计算多边形的交集在参考遥感图像中的原始点集,从而确定待匀色遥感图像之间的重叠区域,并将该确定的重叠区域作为初始重叠区域。

[0082] 在步骤302中,对待匀色遥感图像与参考遥感图像之间的初始重叠区域进行云检测,得到云掩膜区域。

[0083] 在本实施例中,匀色时要对匀色图像的重叠区域进行颜色统计,由于云在图像上通常为高亮的白色区域,不能真实反映地物的真实色彩并带来很大的误差,为了得到更理想的匀色效果,需要知道云的范围并忽略该区域。应当理解,这里的云检测可以检测到云、雪以及其它遮挡物造成的阴影的形状,为了方便描述,这里统一用云检测进行示例性描述等。这里的云掩膜,是指用于覆盖图像或物体的云。

[0084] 本申请中对重叠区域进行云检测的方法,可以采用现有技术或未来发展的技术中用于遥感图像的云检测方法,本申请对此不做限定。例如,可以采用多光谱物理特征应用于单个的像素上进行检测的物理方法、基于云的纹理和空间特性的检测方法、模式识别检测方法以及多算法综合使用的优化检测方法等来获取重叠区域的云掩膜区域。

[0085] 图4示出了基于深度学习的云检测效果,在图4中,采用深度学习算法对图像A和图像B的重叠区域 P_1 、 P_2 、 P_3 、 P_4 进行云检测,可以得到图像A和图像B的云掩膜图像,图像A和图像B的云掩膜图像中分别示出了云掩膜区域410、420和430。这里的云掩膜图像是指:标识出云的位置的图像,一般是一幅二值图,云掩膜图像中的有云区域在后续的直方图转换中的被忽略。

[0086] 返回图3,在本实施例的一些可选实现方式中,对待匀色遥感图像与参考遥感图像之间的初始重叠区域进行云检测,得到云掩膜区域包括:基于深度神经网络对待匀色遥感图像与参考遥感图像之间的初始重叠区域进行云检测,得到云掩膜区域。

[0087] 在本实现方式中,在基于深度神经网络对待匀色遥感图像与参考遥感图像之间的初始重叠区域进行云检测,得到云掩膜区域时,由于神经网络有很强的非线性拟合能力,而且学习规则简单,便于计算机实现且具有很强的鲁棒性、记忆能力、非线性映射能力以及强大的自学习能力,因而可以提高云检测时对云、雪以及其它遮挡物造成的阴影的识别精度,并且可以提高识别结果的准确性。

[0088] 在步骤303中,除去待匀色遥感图像与参考遥感图像之间的初始重叠区域中的云掩膜区域,得到待匀色遥感图像与参考遥感图像之间的重叠区域。

[0089] 在本实施例中,在步骤302中得到重叠区域的云掩膜区域之后,可以分别获取待匀

色遥感图像的重叠区域和参考遥感图像的重叠区域这两部分重叠区域中除云掩膜区域之外的区域,并将获取的区域作为重叠区域。此时的重叠区域已经剔除了云或雪等高亮地物图像的影响,从而可以提高后续处理的准确率,并且减少了数据冗余,提高了后续处理的效率。

[0090] 本申请上述实施例提供的根据图像间特征映射关系确定待匀色遥感图像与参考遥感图像之间的重叠区域的方法,可以避免遥感图像由于受到云或雪等高亮地物图像影响所导致的云或雪区域色彩发生严重畸变,从而提高了后续图像处理的准确率。

[0091] 进一步参考图5,图5示出了根据待匀色遥感图像的重叠区域与参考遥感图像的重叠区域对待匀色遥感图像进行匀色处理以得到匀色后的遥感图像的方法的一个实施例的示意性流程图。

[0092] 如图5所示,根据待匀色遥感图像的重叠区域与参考遥感图像的重叠区域对待匀色遥感图像进行匀色处理以得到匀色后的遥感图像的方法示意性流程图500包括:

[0093] 在步骤501中,根据待匀色遥感图像的重叠区域与参考遥感图像的重叠区域,确定待匀色遥感图像的重叠区域与参考遥感图像的重叠区域之间的映射关系。

[0094] 在本实施例中,可以根据待匀色遥感图像的重叠区域与参考遥感图像的重叠区域中的至少部分相互对应的子区域或像素,来确定待匀色遥感图像的重叠区域与参考遥感图像的重叠区域之间的映射关系。

[0095] 在本实施例的一些可选实现方式中,根据待匀色遥感图像的重叠区域与参考遥感图像的重叠区域,确定待匀色遥感图像的重叠区域与参考遥感图像的重叠区域之间的映射关系包括:待匀色遥感图像的重叠区域与参考遥感图像的重叠区域分别包括至少一个相互对应的映射区域;确定待匀色遥感图像的重叠区域与参考遥感图像的重叠区域中相互对应的各个映射区域之间的映射关系。

[0096] 在本实现方式中,考虑到遥感图像尺寸较大,因此在根据待匀色遥感图像的重叠区域与参考遥感图像的重叠区域,确定待匀色遥感图像的重叠区域与参考遥感图像的重叠区域之间的映射关系时,可以将重叠区域划分为一个以上的映射区域,之后根据一个以上的映射区域,确定待匀色图像与参考遥感图像的映射关系,从而可以基于相互对应的各个映射区域的较多细节内容来确定映射关系,提高映射关系的精准度,并且由于单次处理的数据较少,可以提高遥感图像的处理效率。这里的映射区域是指重叠区域中用于映射的子区域。

[0097] 在本实施例的一些可选实现方式中,根据待匀色遥感图像的重叠区域与参考遥感图像的重叠区域,确定待匀色遥感图像的重叠区域与参考遥感图像的重叠区域之间的映射关系包括:根据待匀色遥感图像的重叠区域与参考遥感图像的重叠区域的至少一通道,确定待匀色遥感图像的重叠区域与参考遥感图像的重叠区域之间的映射关系。

[0098] 在本实现方式中,由于待匀色遥感图像与参考遥感图像均有多个通道,所以可以逐通道进行匹配,得到待匀色遥感图像与参考遥感图像之间的重叠区域的映射关系。例如,可以基于像素值在各通道的累计直方图,确定待匀色遥感图像的重叠区域与参考遥感图像的重叠区域之间的映射关系。这里的遥感图像的通道,是指采集遥感图像的传感器选择接收电磁波的能力,实际上就是指传感器的工作波段。传感器的每一个工作波段,都可以称之为一个通道。一台传感器能接收几个电磁波段,就称之为几通道传感器。例如,若一个工作

波段为10到20nm,那么光谱区为0.4到2.5微米的就需要50到100多个光谱通道。

[0099] 在步骤502中,根据待匀色遥感图像的重叠区域与参考遥感图像的重叠区域之间的映射关系,将参考遥感图像的重叠区域映射至待匀色遥感图像的重叠区域,得到待匀色遥感图像映射后的重叠区域。

[0100] 在本实施例中,根据待匀色遥感图像的重叠区域与参考遥感图像的重叠区域之间的映射关系,将参考遥感图像的重叠区域中的至少部分子区域或像素,映射至待匀色遥感图像的重叠区域中相对应的至少部分子区域或像素,从而得到待匀色遥感图像映射后的重叠区域。

[0101] 在本实施例的一些可选实现方式中,根据待匀色遥感图像的重叠区域与参考遥感图像的重叠区域之间的映射关系,将参考遥感图像的重叠区域映射至待匀色遥感图像的重叠区域,得到待匀色遥感图像映射后的重叠区域包括:根据待匀色遥感图像的重叠区域与参考遥感图像的重叠区域中相互对应的各个映射区域之间的映射关系,将参考遥感图像的重叠区域映射至待匀色遥感图像的重叠区域,得到待匀色遥感图像映射后的重叠区域。

[0102] 在本实现方式中,通过采用各映射区域之间的映射关系,将参考遥感图像的重叠区域映射至待匀色遥感图像的重叠区域,得到待匀色遥感图像映射后的重叠区域,单次需要处理的数据量较少,因此提高了数据处理效率,并且在根据各映射区域之间的映射关系将参考遥感图像的重叠区域映射至待匀色遥感图像的重叠区域时,可以包括更多的映射区域中的局部细节,因此可以提高映射后的重叠区域的图像精度。

[0103] 在本实施例的一些可选实现方式中,确定待匀色遥感图像的重叠区域与参考遥感图像的重叠区域中相互对应的各个映射区域之间的映射关系可以包括:可以基于相互对应的各个映射区域中的特征对的颜色差值,确定相互对应的各个映射区域之间的映射关系;备选地,可以基于对相互对应的各个映射区域中的特征对的颜色进行机器学习,确定相互对应的各个映射区域之间的映射关系;备选地,可以基于相互对应的各个映射区域之间的直方图匹配,确定相互对应的各个映射区域之间的映射关系。

[0104] 在本实现方式中,通过相互对应的各个映射区域中的特征对的颜色差值,确定相互对应的各个映射区域之间的映射关系,可以方便快捷的确定映射关系,提高映射关系的确定速度;通过基于对相互对应的各个映射区域中的特征对的颜色进行机器学习,确定相互对应的各个映射区域之间的映射关系,准确度高、学习能力强且对噪声数据的鲁棒性和容错性较强;通过基于相互对应的各个映射区域之间的直方图匹配,确定相互对应的各个映射区域之间的映射关系,可以提高映射结果的准确性,并保留图像细节。

[0105] 以下参考图6a和图6b,说明如何在待匀色遥感图像的重叠区域与参考遥感图像的重叠区域之间进行累计直方图的映射。

[0106] 在采用直方图映射关系将参考遥感图像的重叠区域中的各像素的直方图累计值映射至待匀色遥感图像的重叠区域中的各像素时,因为遥感图像有多个通道,因此可以进行逐通道的直方图匹配。

[0107] 首先,如图6a所示,可以分别统计参考遥感图像的重叠区域与待匀色遥感图像的重叠区域之间各对应通道的像素值,得到如图6a所示的参考遥感图像的重叠区域的累计直方图601和待匀色遥感图像的重叠区域的累计直方图602,之后,由图6a中得到的累计直方图601、602,建立待匀色遥感图像的重叠区域与参考遥感图像的重叠区域间像素值的映射

关系,使待匀色遥感图像的重叠区域与参考遥感图像的重叠区域中的同一像素值具有相同的直方图累计值,从而对待匀色遥感图像的重叠区域的像素值进行映射变换,使待匀色遥感图像的重叠区域得到如图6b所示的与参考遥感图像的重叠区域近似的累计直方图603。

[0108] 这里的直方图累计值,是指代表图像的组成成分在灰度级的累计概率分布情况,每一个概率值代表小于等于此灰度值的概率。

[0109] 返回图5,在步骤503中,对待匀色遥感图像映射后的重叠区域进行匀色处理,得到匀色后的遥感图像。

[0110] 在本实施例中,由于待匀色遥感图像映射后的重叠区域为从参考遥感图像映射过来的结果,与待匀色遥感图像除映射后的重叠区域之外的其它区域相比,在色彩、亮度等方面均存在差异,因此需要对待匀色遥感图像映射后的重叠区域进行匀色处理,以得到匀色后的遥感图像。

[0111] 在本实施例的一些可选实现方式中,对待匀色遥感图像映射后的重叠区域进行匀色处理,得到匀色后的遥感图像包括:沿待匀色遥感图像映射后的重叠区域的边界选取至少一个预定尺寸的扩展区域;分别对各个扩展区域进行融合,得到匀色后的遥感图像。

[0112] 在本实现方式中,预定尺寸需要根据遥感图像的尺寸来确定扩展区域的尺寸和期望融合的范围来确定。这里的扩展区域,可以沿重叠区域的边界向内和/或向外扩展,本申请对此不做限定。

[0113] 在本实施例的一些可选实现方式中,分别对各个扩展区域进行融合,得到该扩展区域的匀色后的图像可以包括:对于每一个扩展区域,根据以下任意一项得到该扩展区域的匀色后的图像:对扩展区域采用泊松融合算法(possion blending)进行融合,得到该扩展区域的匀色后的图像;备选地,可以根据扩展区域中的像素距边界的距离,对扩展区域进行线性加权融合,得到该扩展区域的匀色后的图像;备选地,可以基于动态规划算法在扩展区域确定的最小拼合路径进行拼合,得到该扩展区域的匀色后的图像。

[0114] 在本实现方式中,通过采用泊松融合算法根据扩展区域的能量函数以及扩展区域的边界信息,利用插值的方法重新构建出扩展区域内的图像像素以得到匀色后的图像,选择融合区域的过程简单且方便,可以实现无缝的匀色处理,使得图像拼接边界区域的色彩均匀过渡。

[0115] 通过根据扩展区域中的像素距边界的距离,对扩展区域进行线性加权融合,得到扩展区域内的图像像素,进而得到匀色后的图像,可以使图像融合的过渡效果更加自然,并且提高了融合效率,满足了图像处理时系统的实时性需求,并且获得了比传统算法更加理想的图像融合效果。

[0116] 通过根据动态规划算法在扩展区域确定的最小拼合路径进行拼合,得到扩展区域内的图像像素,进而得到匀色后的图像,需要在扩展区域中找到一条最优的缝隙,这条缝隙上面的像素是最不重要的,或者说这条缝隙所经历像素的能量累加和是最小的(可以根据能量函数确定,这里的能量函数可以为图像的梯度、散度、角点量度和梯度直方图中的任意一项),这条缝隙可以是垂直的从上贯穿到下,并且宽度为一个像素,也可以从左贯穿到右,高度为一个像素,这里的最优的缝隙,也即为最小拼合路径。通过动态规划算法在扩展区域确定的最小拼合路径进行拼合,可以改变扩展区域中的图像分辨率(保留重要的,去除次要的,重要性和次要性取决于能量函数),也可以强调图像内容(content amplification),还

可以删除特定的对象,从而可以简单有效的实现无缝的匀色处理,使得图像拼接边界区域的色彩均匀过渡。

[0117] 在本实施例的一些可选实现方式中,对扩展区域采用泊松融合算法进行融合,得到该扩展区域的匀色后的图像包括:计算扩展区域的能量函数;基于扩展区域的边界,建立约束方程;基于能量函数和约束方程,采用泊松融合算法融合扩展区域,得到匀色后的图像。

[0118] 在本实现方式中,计算扩展区域的能量函数时,能量函数可以为梯度、散度、角点量度和梯度直方图中的任意一项,在计算能量函数之后,可以基于扩展区域的边界,建立约束方程,最后基于能量函数和约束方程,采用泊松融合算法融合扩展区域,得到匀色后的图像。从而可以在该能量函数的基础上添加图像边界约束条件,实现拼接边界范围的匀色计算,在尽可能保持图像细节信息的同时,实现了拼接边界处色彩的均匀过渡。

[0119] 在本实施例的一些可选实现方式中,扩展区域包括一个以上符合预定尺寸的局部窗口,每个局部窗口包括至少一个像素。

[0120] 在本实现方式中,由于遥感图像尺寸较大,导致匀色时需要求解的与被处理图像尺寸相关的数据量较大,为了解决内存不足的问题,可以基于符合预定尺寸的窗口对扩展区域进行分块处理,从而提高数据处理效率。

[0121] 在本实施例的一些可选实现方式中,基于能量函数和约束方程,采用泊松融合算法融合扩展区域,得到匀色后的图像包括:基于能量函数和约束方程,采用泊松融合算法依次融合各个窗口,得到匀色后的窗口图像;拼接所有匀色后的窗口图像,得到匀色后的图像。

[0122] 在本实现方式中,在采用泊松融合算法每融合扩展区域时,通过依次处理扩展区域内的各个窗口,最后遍历处理整个缓冲区域,可以减少单次需要处理的数据量,解决匀色时需要求解的与被处理图像尺寸相关的数据量较大而导致的内存不足的问题,实现无缝的匀色处理。

[0123] 在本实施例的一些可选实现方式中,基于能量函数和约束方程,采用泊松融合算法融合扩展区域,得到匀色后的图像包括以下任意一项:基于梯度和约束方程,采用泊松融合算法融合扩展区域;基于散度和约束方程,采用泊松融合算法融合扩展区域;基于角点量度和约束方程,采用泊松融合算法融合扩展区域;以及基于梯度直方图和约束方程,采用泊松融合算法融合扩展区域。

[0124] 在本实现方式中,梯度,是指标量场的梯度,在向量微积分中,标量场的梯度是一个向量场。标量场中某一点上的梯度,指向标量场增长最快的方向,梯度的长度是对应该增长最快的方向的最大的变化率。通过基于梯度和约束方程,采用泊松融合算法融合扩展区域,选择融合区域的过程简单且方便,可以实现无缝的匀色处理,使得图像拼接边界区域的色彩均匀过渡。

[0125] 散度(divergence),可用于表征空间各点矢量场发散的强弱程度,物理上,散度的意义是场的有源性。当 $\text{div } F > 0$,表示该点 F 有散发通量的正源(发散源);当 $\text{div } F < 0$ 表示该点 F 有吸收通量的负源(洞或汇);当 $\text{div } F = 0$,表示该点 F 无源。基于散度和约束方程,采用泊松融合算法融合扩展区域,选择融合区域的过程简单且方便,可以实现无缝的匀色处理,使得图像拼接边界区域的色彩均匀过渡。

[0126] 角点量度,是用于衡量角点的数据,角点是二维图像亮度变化剧烈的点或图像边缘曲线上曲率极大值的点。基于角点量度和约束方程,采用泊松融合算法融合扩展区域,可以在保留图像图形重要特征的同时,有效地减少信息的数据量,使其信息的含量很高,有效地提高了计算的速度,有利于图像的可靠匹配。

[0127] 梯度直方图,表示的是边缘(梯度)的结构特征,可以形成丰富的特征集,可以描述局部的形状信息。基于梯度直方图和约束方程,采用泊松融合算法融合扩展区域,可以基于位置和方向空间的量化,抑制平移和旋转带来的影响,并且在局部区域归一化直方图,可以部分抵消光照变化带来的影响。

[0128] 本申请上述实施例提供的根据待匀色遥感图像的重叠区域与参考遥感图像的重叠区域对待匀色遥感图像进行匀色处理以得到匀色后的遥感图像的方法,与传统技术中对拼接区域的羽化处理相比,实现了色彩的平滑过度,并且保留了数据本身的对比度或细节。

[0129] 示例性的,如图7所示,基于上述重叠区域的边界可以建立用于匀色边界处理的扩展区域,这里的扩展区域为沿重叠区域的边界向内扩展得到的缓冲区域710。如710内箭头711所示,每次处理缓冲区内局部区域,最后遍历处理整个缓冲区域,实现无缝的匀色处理。

[0130] 示例性的,图8a示出了应用本申请实施例之前的待匀色遥感图像,待匀色遥感图像8a中包括高亮的云朵810,图8b示出了对图8a应用本申请实施例的遥感图像处理方法匀色后的图像,可以看到,图8b中匀色后的图像在云覆盖区域色彩未发生畸变,且匀色后的图像保留了细节信息。

[0131] 示例性的,图9a示出了应用本申请实施例之前的待匀色遥感图像,待匀色遥感图像9a中包括遮挡物造成的阴影910,图9b示出了对图9a应用本申请实施例的遥感图像处理方法匀色后的图像,可以看到,图9b中匀色后的图像在遮挡物造成的阴影区域色彩未发生畸变,且匀色后的图像保留了细节信息。

[0132] 进一步参考图10,作为对上述各图所示方法的实现,本申请提供了一种遥感图像处理装置一个实施例,该装置实施例与图1所示的方法实施例相对应,该装置具体可以应用于各种电子设备中。

[0133] 如图10所示,本实施例的遥感图像处理装置1000可以包括:

[0134] 特征对匹配单元1010,用于匹配待匀色遥感图像的特征与参考遥感图像的特征,得到多个特征对。

[0135] 映射关系确定单元1020,用于基于多个特征对,确定图像间特征映射关系。

[0136] 重叠区域确定单元1030,用于根据图像间特征映射关系,确定待匀色遥感图像与参考遥感图像之间的重叠区域。

[0137] 匀色处理单元1040,用于根据待匀色遥感图像的重叠区域与参考遥感图像的重叠区域,对待匀色遥感图像进行匀色处理,得到匀色后的遥感图像。

[0138] 在本实施例的一些可选实现方式中(图中未示出),重叠区域确定单元包括:初始区域确定子单元,用于根据多个特征对,确定待匀色遥感图像与参考遥感图像之间的初始重叠区域;掩膜区域检测子单元,用于对待匀色遥感图像与参考遥感图像之间的初始重叠区域进行云检测,得到云掩膜区域;掩膜区域除去子单元,用于除去待匀色遥感图像与参考遥感图像之间的初始重叠区域中的云掩膜区域,得到待匀色遥感图像与参考遥感图像之间的重叠区域。

[0139] 在本实施例的一些可选实现方式中(图中未示出),掩膜区域检测子单元进一步用于:基于深度神经网络对待匀色遥感图像与参考遥感图像之间的初始重叠区域进行云检测,得到云掩膜区域。

[0140] 在本实施例的一些可选实现方式中(图中未示出),匀色处理单元包括:映射关系确定子单元,用于根据待匀色遥感图像的重叠区域与参考遥感图像的重叠区域,确定待匀色遥感图像的重叠区域与参考遥感图像的重叠区域之间的映射关系;重叠区域映射子单元,用于根据待匀色遥感图像的重叠区域与参考遥感图像的重叠区域之间的映射关系,将参考遥感图像的重叠区域映射至待匀色遥感图像的重叠区域,得到待匀色遥感图像映射后的重叠区域;匀色处理子单元,用于对待匀色遥感图像映射后的重叠区域进行匀色处理,得到匀色后的遥感图像。

[0141] 在本实施例的一些可选实现方式中(图中未示出),映射关系确定子单元进一步用于:待匀色遥感图像的重叠区域与参考遥感图像的重叠区域分别包括至少一个相互对应的映射区域;确定待匀色遥感图像的重叠区域与参考遥感图像的重叠区域中相互对应的各个映射区域之间的映射关系。

[0142] 在本实施例的一些可选实现方式中(图中未示出),重叠区域映射子单元进一步用于:根据待匀色遥感图像的重叠区域与参考遥感图像的重叠区域中相互对应的各个映射区域之间的映射关系,将参考遥感图像的重叠区域映射至待匀色遥感图像的重叠区域,得到待匀色遥感图像映射后的重叠区域。

[0143] 在本实施例的一些可选实现方式中(图中未示出),映射关系确定子单元进一步用于以下任意一项:基于相互对应的各个映射区域中的特征对的颜色差值,确定相互对应的各个映射区域之间的映射关系;基于对相互对应的各个映射区域中的特征对的颜色进行机器学习,确定相互对应的各个映射区域之间的映射关系;以及基于相互对应的各个映射区域之间的直方图匹配,确定相互对应的各个映射区域之间的映射关系。

[0144] 在本实施例的一些可选实现方式中(图中未示出),匀色处理子单元进一步用于:沿待匀色遥感图像映射后的重叠区域的边界选取至少一个预定尺寸的扩展区域;分别对各个扩展区域进行融合,得到匀色后的遥感图像。

[0145] 在本实施例的一些可选实现方式中(图中未示出),匀色处理子单元进一步用于:对于每一个扩展区域,根据以下任意一项得到该扩展区域的匀色后的图像:对扩展区域采用泊松融合算法进行融合,得到该扩展区域的匀色后的图像;根据扩展区域中的像素距边界的距离,对扩展区域进行线性加权融合,得到该扩展区域的匀色后的图像;以及基于动态规划算法在扩展区域确定的最小拼合路径进行拼合,得到该扩展区域的匀色后的图像。

[0146] 在本实施例的一些可选实现方式中(图中未示出),匀色处理子单元进一步用于:计算扩展区域的能量函数;基于扩展区域的边界,建立约束方程;基于能量函数和约束方程,采用泊松融合算法融合扩展区域,得到匀色后的图像。

[0147] 在本实施例的一些可选实现方式中(图中未示出),匀色处理子单元中的扩展区域包括一个以上符合预定尺寸的局部窗口,每个局部窗口包括至少一个像素。

[0148] 在本实施例的一些可选实现方式中(图中未示出),匀色处理子单元进一步用于:基于能量函数和约束方程,采用泊松融合算法依次融合各个窗口,得到匀色后的窗口图像;拼接所有匀色后的窗口图像,得到匀色后的图像。

[0149] 在本实施例的一些可选实现方式中(图中未示出),匀色处理子单元进一步用于以下任意一项:基于梯度和约束方程,采用泊松融合算法融合扩展区域;基于散度和约束方程,采用泊松融合算法融合扩展区域;基于角点量度和约束方程,采用泊松融合算法融合扩展区域;以及基于梯度直方图和约束方程,采用泊松融合算法融合扩展区域。

[0150] 在本实施例的一些可选实现方式中(图中未示出),映射关系确定子单元进一步用于:根据待匀色遥感图像的重叠区域与参考遥感图像的重叠区域的至少一通道,确定待匀色遥感图像的重叠区域与参考遥感图像的重叠区域之间的映射关系。

[0151] 应当理解,装置1000中记载的诸单元与参考图2描述的方法中的各个步骤相对应。由此,上文针对遥感图像处理方法描述的操作和特征同样适用于装置1000及其中包含的单元,在此不再赘述。装置1000中的相应单元可以与终端设备和/或服务器中的单元相互配合以实现本申请实施例的方案。

[0152] 本领域技术人员可以理解,上述遥感图像处理装置1000还包括一些其他公知结构,例如处理器、存储器等,为了不必要地模糊本公开的实施例,这些公知的结构在图10中未示出。

[0153] 本申请还提供了一种电子设备,包括:存储器,存储可执行指令;一个或多个处理器,与存储器通信以执行可执行指令从而完成以下操作:匹配待匀色遥感图像的特征与参考遥感图像的特征,得到多个特征对;基于多个特征对,确定图像间特征映射关系;根据图像间特征映射关系,确定待匀色遥感图像与参考遥感图像之间的重叠区域;根据待匀色遥感图像的重叠区域与参考遥感图像的重叠区域,对待匀色遥感图像进行匀色处理,得到匀色后的遥感图像。

[0154] 本发明实施例还提供了一种电子设备,例如可以是移动终端、个人计算机(PC)、平板电脑、服务器等。下面参考图11,其示出了适于用来实现本申请实施例的终端设备或服务器的电子设备1100的结构示意图:如图11所示,计算机系统1100包括一个或多个处理器、通信部等,所述一个或多个处理器例如:一个或多个中央处理单元(CPU)1101,和/或一个或多个图像处理器(GPU)1113等,处理器可以根据存储在只读存储器(ROM)1102中的可执行指令或者从存储部分1108加载到随机访问存储器(RAM)1103中的可执行指令而执行各种适当的动作和处理。通信部1112可包括但不限于网卡,所述网卡可包括但不限于IB(Infiniband)网卡。

[0155] 处理器可与只读存储器1102和/或随机访问存储器1103通信以执行可执行指令,通过总线1104与通信部1112相连、并经由通信部1112与其他目标设备通信,从而完成本申请实施例提供的任一项方法对应的操作,例如,获取预先标注的高光谱图像数据,其中,预先标注的高光谱图像数据包括高光谱图像中至少一部分图像特征的标注信息;随机选取预先标注的高光谱图像数据中的一部分作为第一图像数据;以及将第一图像数据作为训练数据训练预设的高光谱图像解译模型。

[0156] 此外,在RAM 1103中,还可存储有装置操作所需的各种程序和数据。CPU1101、ROM1102以及RAM1103通过总线1104彼此相连。在有RAM1103的情况下,ROM1102为可选模块。RAM1103存储可执行指令,或在运行时向ROM1102中写入可执行指令,可执行指令使处理器1101执行上述通信方法对应的操作。输入/输出(I/O)接口1105也连接至总线1104。通信部1112可以集成设置,也可以设置为具有多个子模块(例如多个IB网卡),并在总线链接上。

[0157] 以下部件连接至I/O接口1105:包括键盘、鼠标等的输入部分1106;包括诸如阴极射线管(CRT)、液晶显示器(LCD)等以及扬声器等的输出部分1107;包括硬盘等的存储部分1108;以及包括诸如LAN卡、调制解调器等的网络接口卡的通信部分1109。通信部分1109经由诸如因特网的网络执行通信处理。驱动器1110也根据需要连接至I/O接口1105。可拆卸介质1111,诸如磁盘、光盘、磁光盘、半导体存储器等等,根据需要安装在驱动器1110上,以便于从其上读出的计算机程序根据需要被安装入存储部分1108。

[0158] 需要说明的,如图11所示的架构仅为一种可选实现方式,在具体实践过程中,可根据实际需要对上述图11的部件数量和类型进行选择、删减、增加或替换;在不同功能部件设置上,也可采用分离设置或集成设置等实现方式,例如GPU和CPU可分离设置或者可将GPU集成在CPU上,通信部可分离设置,也可集成设置在CPU或GPU上,等等。这些可替换的实施方式均落入本发明公开的保护范围。

[0159] 特别地,根据本公开的实施例,上文参考流程图描述的过程可以被实现为计算机软件程序。例如,本公开的实施例包括一种计算机程序产品,其包括有形地包含在机器可读介质上的计算机程序,计算机程序包含用于执行流程图所示的方法的程序代码,程序代码可包括对应执行本申请实施例提供的方法步骤对应的指令,例如,匹配全色图像的特征与多光谱图像的特征,得到多个特征对;基于特征对,确定图像间映射矩阵;根据图像间映射矩阵,确定全色图像与多光谱图像的重叠区域;融合全色图像的重叠区域与多光谱图像的重叠区域,得到融合后的遥感图像。在这样的实施例中,该计算机程序可以通过通信部分11011从网络上被下载和安装,和/或从可拆卸介质1111被安装。在该计算机程序被中央处理单元(CPU)1101执行时,执行本申请的方法中限定的上述功能。

[0160] 可能以许多方式来实现本发明的方法、装置和电子设备。例如,可通过软件、硬件、固件或者软件、硬件、固件的任何组合来实现本发明的方法、装置和电子设备。用于方法的步骤的上述顺序仅是为了进行说明,本发明的方法的步骤不限于以上具体描述的顺序,除非以其它方式特别说明。此外,在一些实施例中,还可将本发明实施为记录在记录介质中的程序,这些程序包括用于实现根据本发明的方法的机器可读指令。因而,本发明还覆盖存储用于执行根据本发明的方法的程序的记录介质。

[0161] 本发明的描述是为了示例和描述起见而给出的,而并不是无遗漏的或者将本发明限于所公开的形式。很多修改和变化对于本领域的普通技术人员而言是显然的。选择和描述实施例是为了更好说明本发明的原理和实际应用,并且使本领域的普通技术人员能够理解本发明从而设计适于特定用途的带有各种修改的各种实施例。

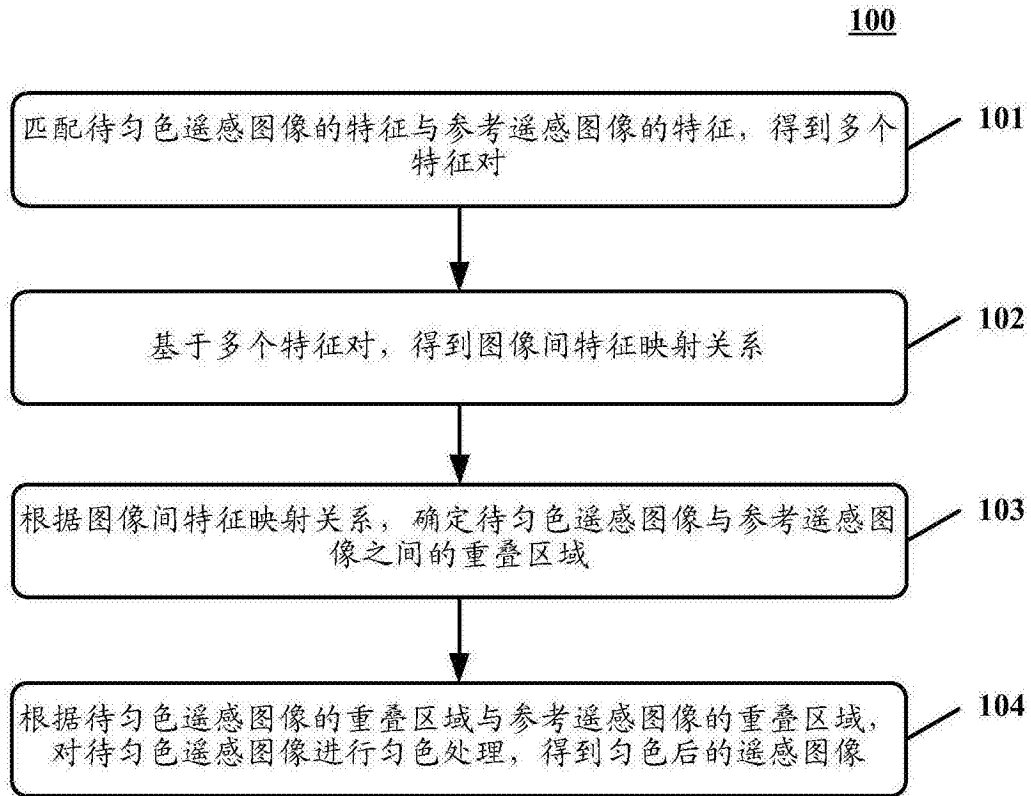


图1

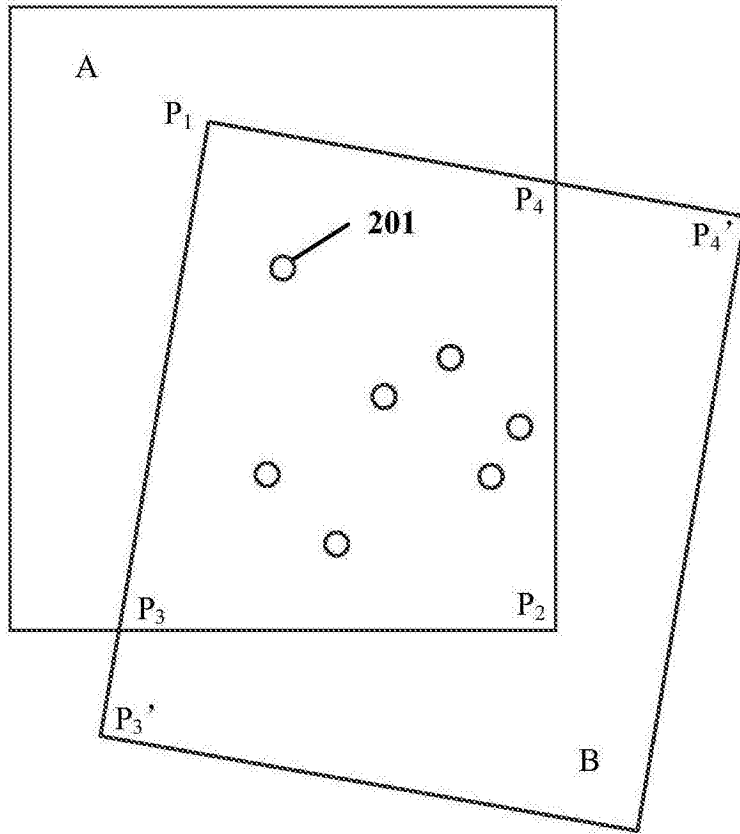


图2

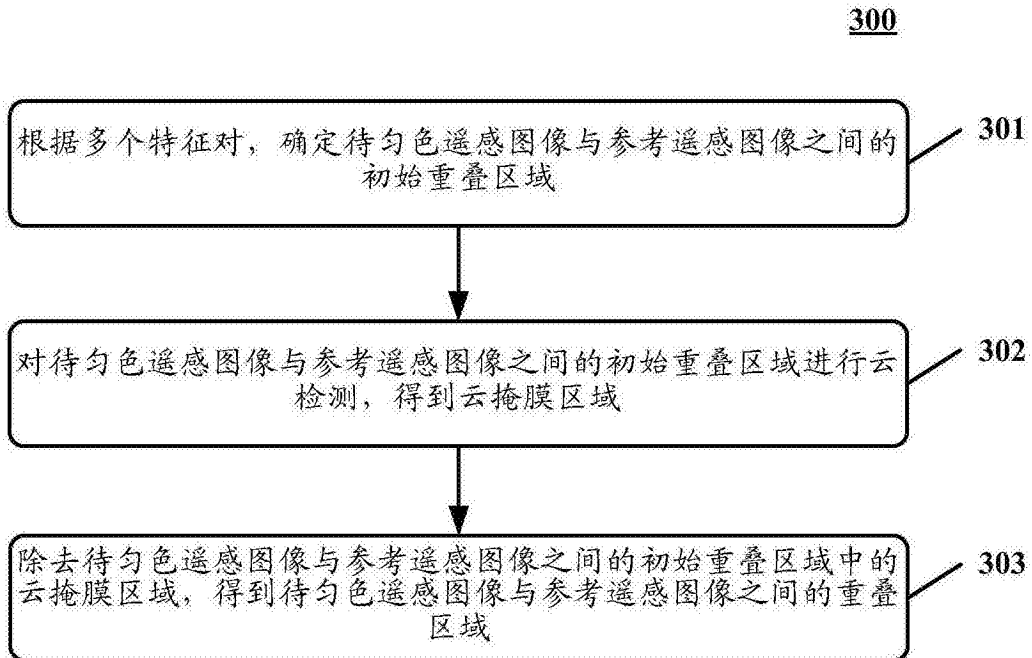


图3

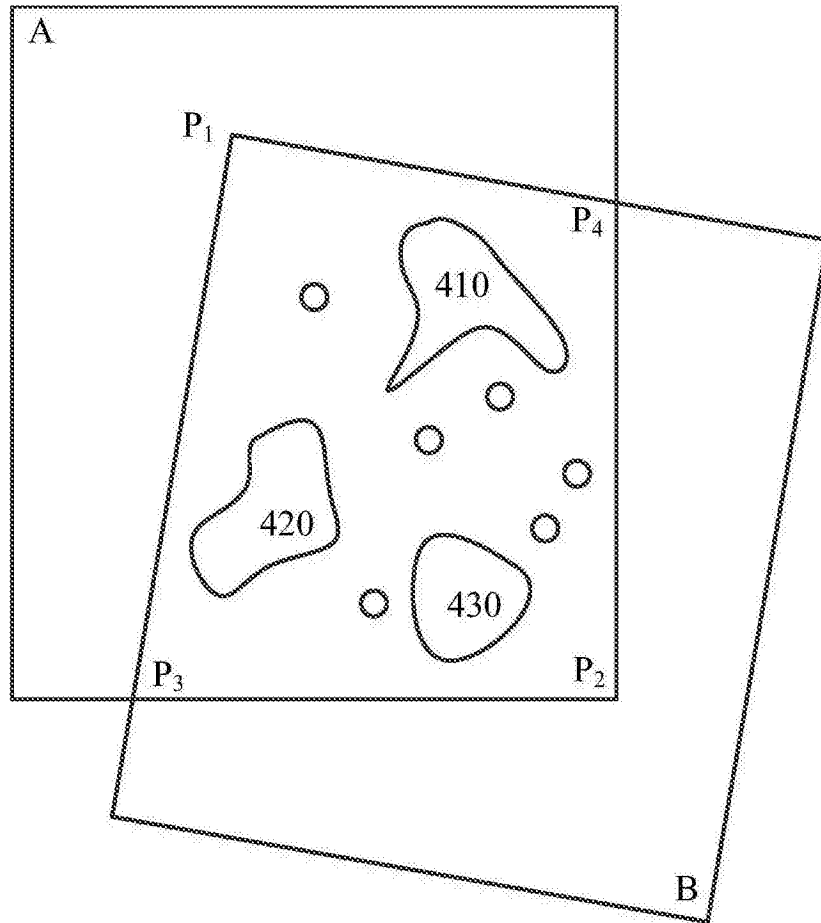


图4

500

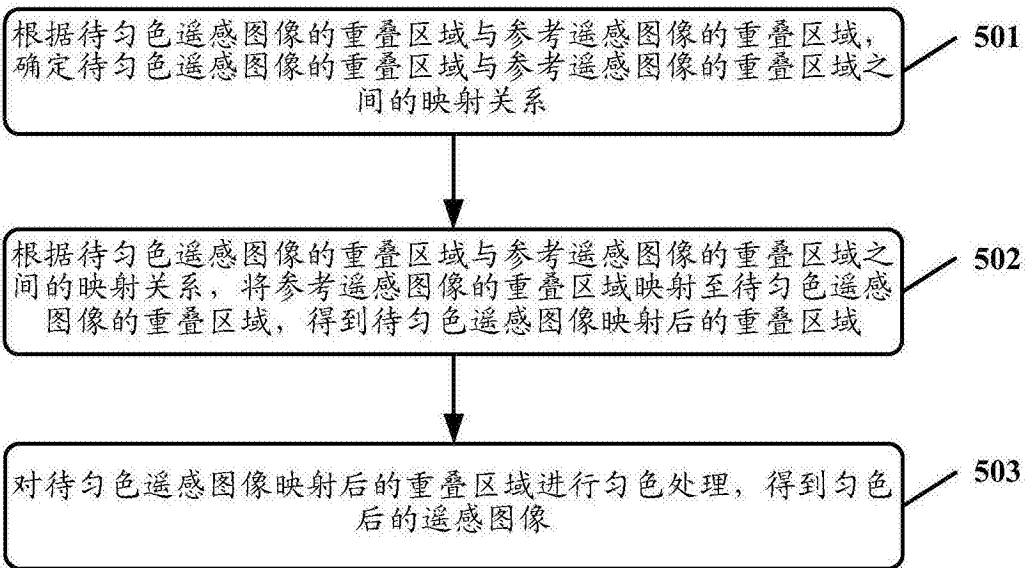


图5

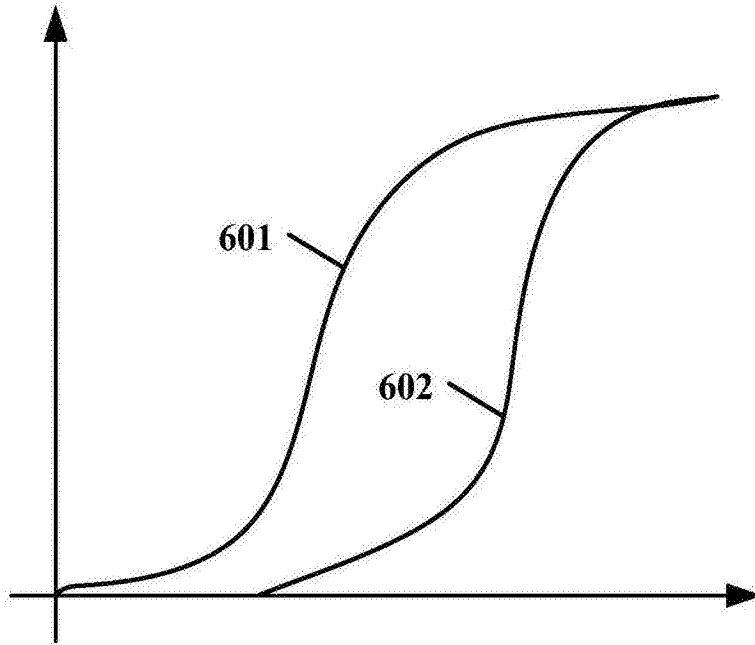


图6a

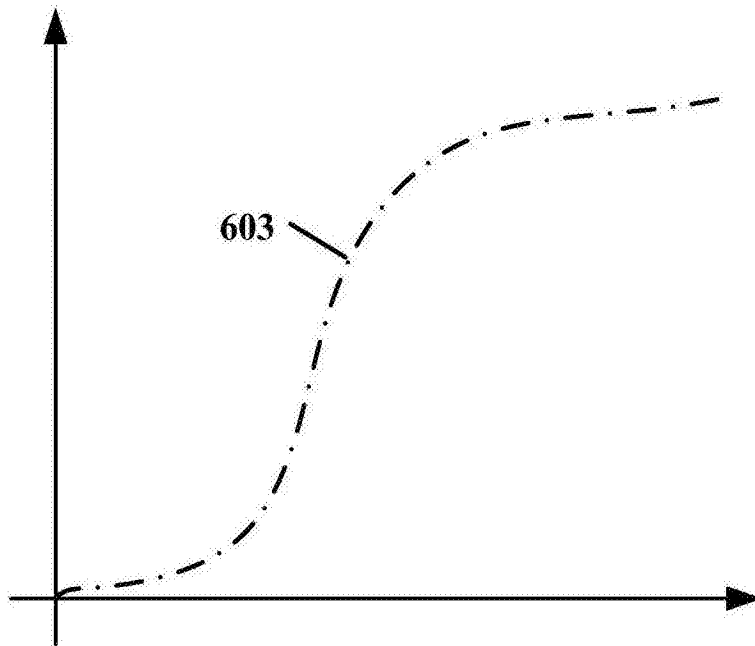


图6b

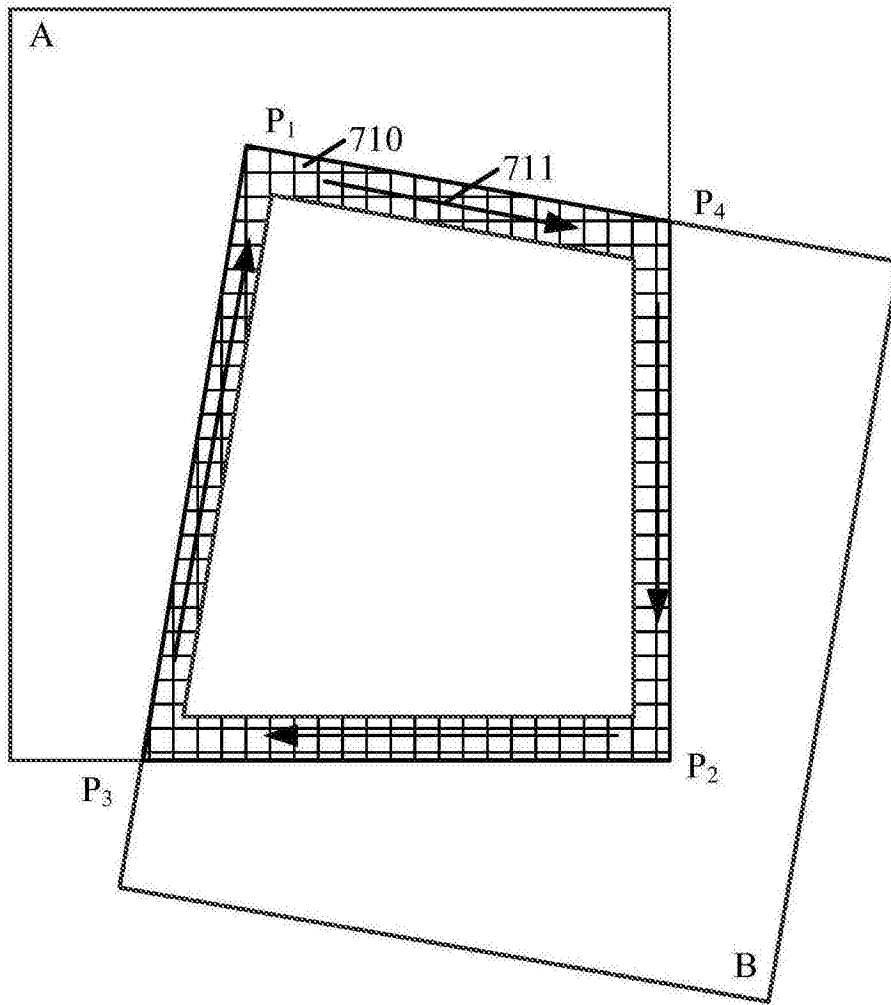


图7

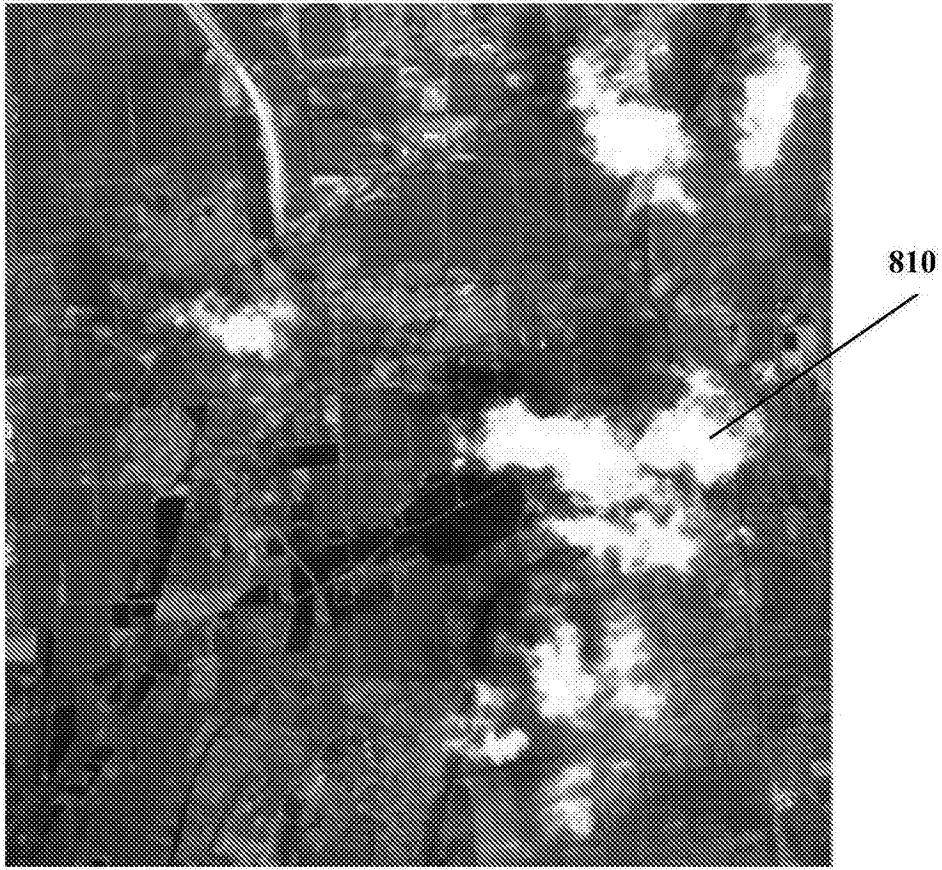


图8a



图8b

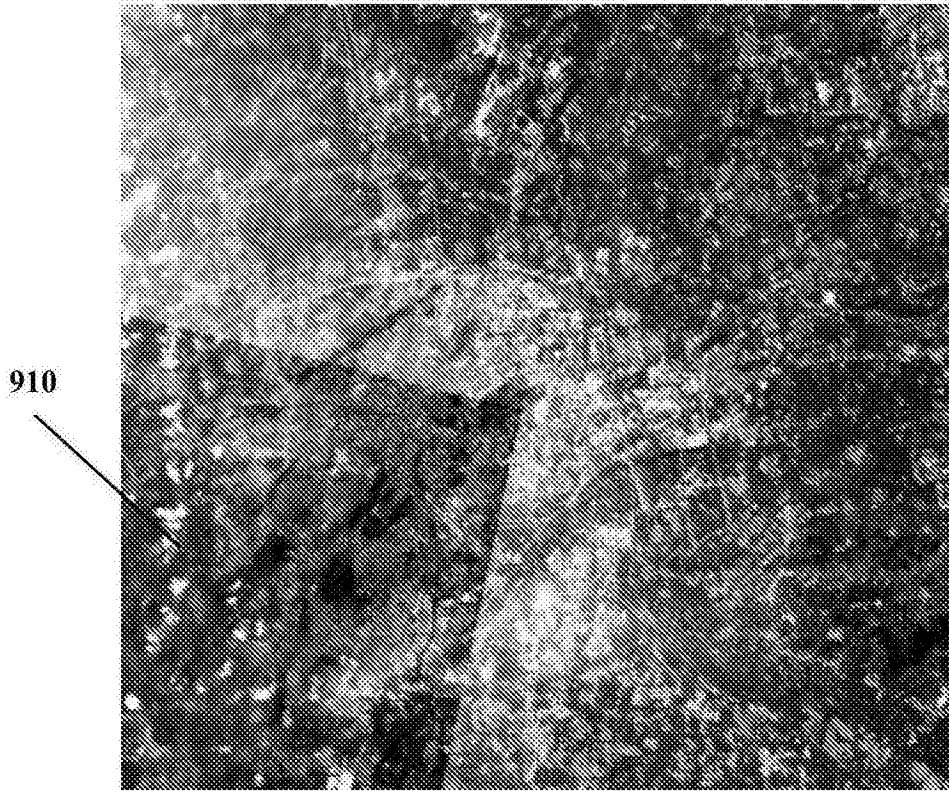


图9a

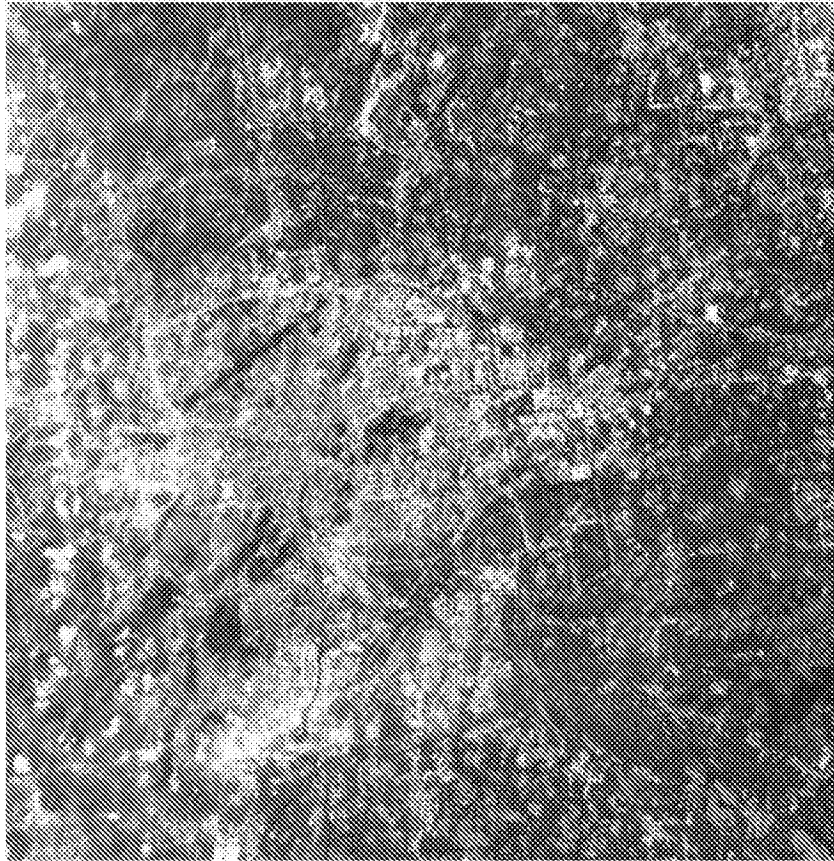


图9b

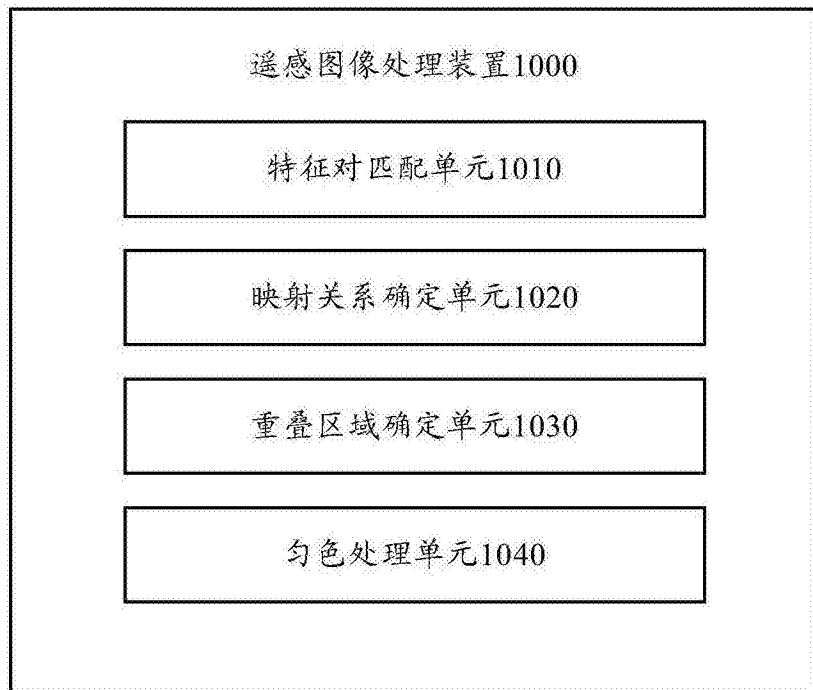


图10

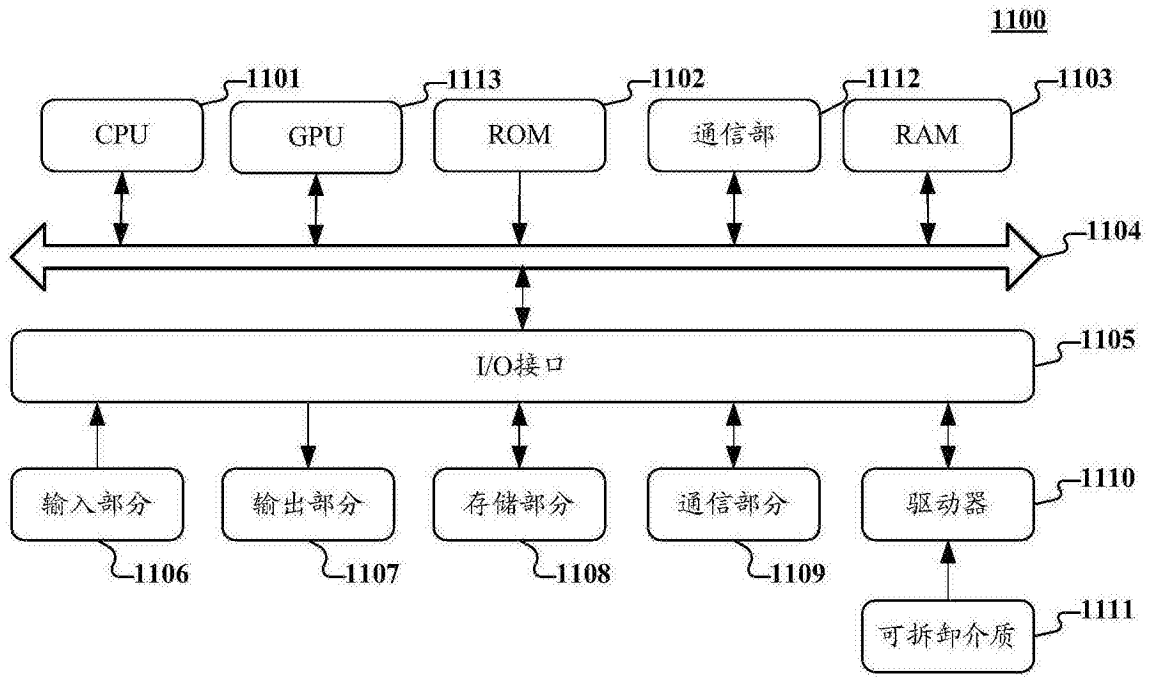


图11