



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 117079152 A

(43) 申请公布日 2023. 11. 17

(21) 申请号 202310847822.2

G06V 10/774 (2022.01)

(22) 申请日 2023.07.11

G06V 10/764 (2022.01)

G06T 7/40 (2017.01)

(71) 申请人 移动广播与信息服务产业创新研究院(武汉)有限公司

地址 436000 湖北省鄂州市华容区庙岭镇红莲湖新区望湖三路东侧、云端一路北侧华中数字产业创新基地三期5-6号厂房6层1号

(72) 发明人 洪勇 罗冷坤 谢田晋

(74) 专利代理机构 武汉蓝宝石专利代理事务所(特殊普通合伙) 42242

专利代理师 廉海涛

(51) Int. Cl.

G06V 20/13 (2022.01)

G06V 20/10 (2022.01)

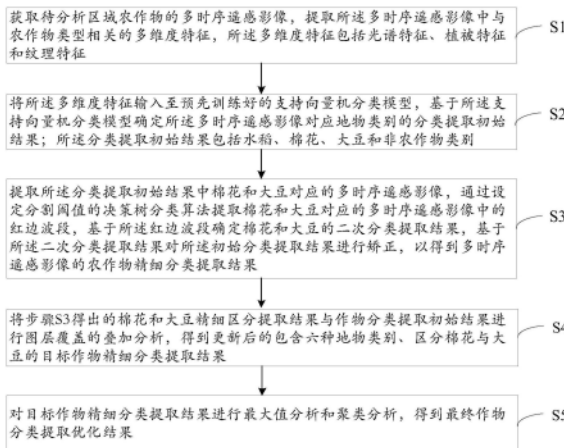
权利要求书2页 说明书10页 附图5页

(54) 发明名称

一种基于卫星遥感影像的农作物精细分类提取方法和系统

(57) 摘要

本发明实施例提供一种基于卫星遥感影像的农作物精细分类提取方法和系统,结合光谱、植被指数和纹理特征的多时序遥感影像农作物分类提取方式,通过综合分析地物类型呈现在遥感影像上时间、空间的特征差异,大大提高了遥感地物分类的科学性、可靠性,提高农作物分类提取的准确率;通过光谱分析引入了一种新的光谱指数,在取得地物分类结果的基础上进行针对目标作物的二次分类提取,提高了地区棉花与大豆的分类提取准确率;通过2种方法结果叠加分析的方式,在公认准确率较高的支持向量机分类结果的基础上进行综合算法优化,能够使分类结果既保留机器学习较优算法分类的准确性,又避免单一算法的局限性,同时使结果更具有现实意义。



1. 一种基于卫星遥感影像的农作物精细分类提取方法,其特征在于,包括:

步骤S1、获取待分析区域农作物的多时序遥感影像,提取所述多时序遥感影像中与农作物类型相关的多维度特征,所述多维度特征包括光谱特征、植被特征和纹理特征;

步骤S2、将所述多维度特征输入至预先训练好的支持向量机分类模型,基于所述支持向量机分类模型确定所述多时序遥感影像对应地物类别的分类提取初始结果;所述分类提取初始结果包括水稻、棉花、大豆和非农作物类别;

步骤S3、提取所述分类提取初始结果中棉花和大豆对应的多时序遥感影像,通过设定分割阈值的决策树分类算法提取棉花和大豆对应的多时序遥感影像中的红边波段,基于所述红边波段确定棉花和大豆的二次分类提取结果,基于所述二次分类提取结果对所述初始分类提取结果进行矫正,以得到多时序遥感影像的农作物精细分类提取结果。

2. 根据权利要求1所述的基于卫星遥感影像的农作物精细分类提取方法,其特征在于,所述步骤S1具体包括:

步骤S11、基于目标农作物的生长周期和生长特征,确定目标农作物生长特征差异明显时期的多时序遥感影像;

步骤S12、对所述多时序遥感影像进行预处理,所述预处理包括去云、正射校正、辐射定标、大气校正、图像镶嵌与裁剪、波段组合;

步骤S13、在预处理后的多时序影像上叠加显示外业调查实地作物样本,建立样本光谱曲线;并提取所述多时序影像的光谱特征、植被指数和纹理特征;所述光谱特征包括所述多时序遥感影像的红波段、绿波段、蓝波段、近红外波段、短波红外波段;所述植被特征包括归一化植被指数、比值植被指数和增强植被指数;所述纹理特征包括中值、协方差和熵。

3. 根据权利要求2所述的基于卫星遥感影像的农作物精细分类提取方法,其特征在于,所述步骤S2具体包括:

从光谱特征、植被指数和纹理特征中各筛选出一种特征对多时序影像的相关波段进行计算,得到对应特征的特征图像,将各特征图像进行波段组合,形成输入影像;

将所述输入影像输入至预先训练好的支持向量机分类模型中,基于所述支持向量机分类模型确定所述多时序遥感影像对应土地利用的分类提取初始结果。

4. 根据权利要求2所述的基于卫星遥感影像的农作物精细分类提取方法,其特征在于,还包括:

在外业调查实地作物样本中,选取各类样本数量的80%,结合输入影像进行支持向量机算法分类器的训练,将得出识别各地物类别的支持向量机分类模型;所述支持向量机分类模型用于识别所述多时序遥感影像中的林地、水体、建设用地、水稻、棉花和大豆;将支持向量机分类模型应用于整张输入影像的测试。

5. 根据权利要求3所述的基于卫星遥感影像的农作物精细分类提取方法,其特征在于,所述步骤S2中,从光谱特征、植被指数和纹理特征中各筛选出一种特征对多时序影像的相关波段进行计算,得到对应特征的特征图像,具体包括:

提取所述光谱特征中8月绿波段、植被特征中9月增强植被指数、纹理特征中8月熵作为筛选的特征;

增强植被指数为:

$$EVI = 2.5 * (NIR - R) / (NIR + 6 * R - 7.5 * B + 1)$$

上式中,NIR、R、B分别为多时序遥感影像的近红外波段、红波段、蓝波段;
对多时序遥感影像进行主成分分析后提取的第一波段进行45°方向分量确定熵;

$$Entropy = -\sum_{i=0}^{255} p_i \log p_i$$

p_i 为多时序遥感影像中灰度值为*i*的像素所占的比例。

6. 根据权利要求1所述的基于卫星遥感影像的农作物精细分类提取方法,其特征在于,所述步骤S3具体包括:

步骤S31、将取所述分类提取初始结果中棉花和大豆对应的图斑作为掩膜,提取所述多时序遥感影像中棉花和大豆对应的图斑对应的部分影像;

步骤S32、提取所述部分影像的红边波段,确定所述红边波段上的光谱反射率;选取光谱反射率差异最大的两个红边波段作为第一红边波段VRE₁和第二红边波段VRE₂,确定第一红边波段VRE₁和第二红边波段VRE₂的光谱指数:

$$CSSDI = (VRE_2 - VRE_1) / (VRE_2 + VRE_1)$$

步骤S33、若判断光谱指数小于预设阈值,则判断部分影像对应的像元分类为大豆,否则判断部分影像对应的像元分类为棉花。

7. 根据权利要求2所述的基于卫星遥感影像的农作物精细分类提取方法,其特征在于,在步骤S3之后,所述方法还包括:

步骤S4、将步骤S3得出的棉花和大豆精细区分提取结果与作物分类提取初始结果进行图层覆盖的叠加分析,得到更新后的包含六种地物类别、区分棉花与大豆的目标作物精细分类提取结果;

步骤S5、对目标作物精细分类提取结果进行最大值分析和聚类分析,得到最终作物分类提取优化结果。

8. 一种基于卫星遥感影像的农作物精细分类提取系统,其特征在于,包括:

特征提取模块,用于获取待分析区域农作物的多时序遥感影像,提取所述多时序遥感影像中与农作物类型相关的多维度特征,所述多维度特征包括光谱特征、植被特征和纹理特征;

初提取模块,用于将所述多维度特征输入至预先训练好的支持向量机分类模型,基于所述支持向量机分类模型确定所述多时序遥感影像对应地物类别的分类提取初始结果;所述分类提取初始结果包括水稻、棉花、大豆和非农作物类别;

精细提取模块,用于提取所述分类提取初始结果中棉花和大豆对应的多时序遥感影像,通过设定分割阈值的决策树分类算法提取棉花和大豆对应的多时序遥感影像中的红边波段,基于所述红边波段确定棉花和大豆的二次分类提取结果,基于所述二次分类提取结果对所述初始分类提取结果进行矫正,以得到多时序遥感影像的农作物精细分类提取结果。

9. 一种电子设备,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,其特征在于,所述处理器执行所述程序时实现如权利要求1至7任一项所述基于卫星遥感影像的农作物精细分类提取方法的步骤。

10. 一种非暂态计算机可读存储介质,其上存储有计算机程序,其特征在于,该计算机程序被处理器执行时实现如权利要求1至7任一项所述基于卫星遥感影像的农作物精细分类提取方法的步骤。

一种基于卫星遥感影像的农作物精细分类提取方法和系统

技术领域

[0001] 本发明实施例涉及农作物精细分类技术领域,尤其涉及一种基于卫星遥感影像的农作物精细分类提取方法和系统。

背景技术

[0002] 随着大数据、遥感、空间信息和物联网等技术的不断发展,利用光学遥感卫星拍摄的遥感影像,通过从影像上组合地面物体各类光谱信息和空间信息特征进行选择、分析,可以获得影像中与实际地物的对应匹配,从而实现遥感影像的地物分类。而利用遥感技术可以客观、准确、及时地提供农作物生态环境和作物生长的各种信息,它是精准农业获得田间数据的重要来源。农作物精细分类对于农作物长势监测、产量预估、灾害评估、保障国家粮食安全等均具有重要意义,同时是农业生产过程中合理分配资源、精准施肥的重要依据。

[0003] 我国国土面积范围较广,农作物种植类型复杂多样,市、县级行政区划的一定范围内存在同时种植多种、同种多批农作物和斑块破碎、作物间作密集的现象。因此,农作物精细分类的难点在于,使用卫星遥感影像提取农作物区域分布时,由于作物呈现相似度极高的光谱特征,产生作物“同物异谱”、“同谱异物”现象,导致农作物提取“错分”、“漏分”。目前,利用传统遥感地物解译技术,通过结合多时序卫星影像与作物物候特征,能够实现一定程度的农作物区分;利用无人机和高光谱遥感影像、结合深度学习和相关网络算法进行作物分类也逐渐成为应用的主流方法之一;同时,将各类卫星影像进行数据融合,获得同时具有高空间分辨率和多光谱信息的影像数据源后再进行算法分类,也是提高农作物识别与分类精度的实现方案之一。然而,从数据源获取角度看,多时序卫星影像通常对应的空间分辨率较低,高分辨率影像又缺乏足够反应具体作物生长期特征的时期数量,农作物分类精度有限;仅仅依靠各类作物的单一物候特征,或使用机器学习、深度学习分类算法中的单一分类器,都容易在提取和算法参数设置过程中引入人为因素导致的误差,在获得高时效性分类结果的同时忽略作物实际生长情况、丢失分类精度。

发明内容

[0004] 本发明实施例提供一种基于卫星遥感影像的农作物精细分类提取方法和系统,通过整合相关性低、差异性高的光谱和纹理特征,有效提高农作物遥感分类精度,更好地服务于农作物精细分类。

[0005] 第一方面,本发明实施例提供一种基于卫星遥感影像的农作物精细分类提取方法,包括:

[0006] 步骤S1、获取待分析区域农作物的多时序遥感影像,提取所述多时序遥感影像中与农作物类型相关的多维度特征,所述多维度特征包括光谱特征、植被特征和纹理特征;

[0007] 步骤S2、将所述多维度特征输入至预先训练好的支持向量机分类模型,基于所述支持向量机分类模型确定所述多时序遥感影像对应地物类别的分类提取初始结果;所述分类提取初始结果包括水稻、棉花、大豆和非农作物类别;

[0008] 步骤S3、提取所述分类提取初始结果中棉花和大豆对应的多时序遥感影像,通过设定分割阈值的决策树分类算法提取棉花和大豆对应的多时序遥感影像中的红边波段,基于所述红边波段确定棉花和大豆的二次分类提取结果,基于所述二次分类提取结果对所述初始分类提取结果进行矫正,以得到多时序遥感影像的农作物精细分类提取结果。

[0009] 作为优选的,所述步骤S1具体包括:

[0010] 步骤S11、基于目标农作物的生长周期和生长特征,确定目标农作物生长特征差异明显时期的多时序遥感影像;

[0011] 步骤S12、对所述多时序遥感影像进行预处理,所述预处理包括去云、正射校正、辐射定标、大气校正、图像镶嵌与裁剪、波段组合;

[0012] 步骤S13、在预处理后的多时序影像上叠加显示外业调查实地作物样本,建立样本光谱曲线;并提取所述多时序影像的光谱特征、植被指数和纹理特征;所述光谱特征包括所述多时序遥感影像的红波段、绿波段、蓝波段、近红外波段、短波红外波段;所述植被特征包括归一化植被指数、比值植被指数和增强植被指数;所述纹理特征包括中值、协方差和熵。

[0013] 作为优选的,所述步骤S2具体包括:

[0014] 从光谱特征、植被指数和纹理特征中各筛选出一种特征对多时序影像的相关波段进行计算,得到对应特征的特征图像,将各特征图像进行波段组合,形成输入影像;

[0015] 将所述输入影像输入至预先训练好的支持向量机分类模型中,基于所述支持向量机分类模型确定所述多时序遥感影像对应土地利用的分类提取初始结果。

[0016] 作为优选的,还包括:

[0017] 在外业调查实地作物样本中,选取各类样本数量的80%,结合输入影像进行支持向量机算法分类器的训练,将得出识别各地物类别的支持向量机分类模型;所述支持向量机分类模型用于识别所述多时序遥感影像中的林地、水体、建设用地、水稻、棉花和大豆;将支持向量机分类模型应用于整张输入影像的测试。

[0018] 作为优选的,所述步骤S2中,从光谱特征、植被指数和纹理特征中各筛选出一种特征对多时序影像的相关波段进行计算,得到对应特征的特征图像,具体包括:

[0019] 提取所述光谱特征中8月绿波段、植被特征中9月增强植被指数、纹理特征中8月熵作为筛选的特征;

[0020] 增强植被指数为:

[0021] $EVI = 2.5 * (NIR - R) / (NIR + 6 * R - 7.5 * B + 1)$

[0022] 上式中,NIR、R、B分别为多时序遥感影像的近红外波段、红波段、蓝波段;

[0023] 对多时序遥感影像进行主成分分析后提取的第一波段进行45°方向分量确定熵;

[0024] $Entropy = - \sum_{i=0}^{255} p_i \log p_i$

[0025] p_i 为多时序遥感影像中灰度值为*i*的像素所占的比例。

[0026] 作为优选的,所述步骤S3具体包括:

[0027] 步骤S31、将取所述分类提取初始结果中棉花和大豆对应的图斑作为掩膜,提取所述多时序遥感影像中棉花和大豆对应的图斑对应的部分影像;

[0028] 步骤S32、提取所述部分影像的红边波段,确定所述红边波段上的光谱反射率;选取光谱反射率差异最大的两个红边波段作为第一红边波段VRE₁和第二红边波段VRE₂,确定第一红边波段VRE₁和第二红边波段VRE₂的光谱指数:

[0029] $CSSDI = (VRE_2 - VRE_1) / (VRE_2 + VRE_1)$

[0030] 步骤S33、若判断光谱指数小于预设阈值,则判断部分影像对应的像元分类为大豆,否则判断部分影像对应的像元分类为棉花。

[0031] 作为优选的,在步骤S3之后,所述方法还包括:

[0032] 步骤S4、将步骤S3得出的棉花和大豆精细区分提取结果与作物分类提取初始结果进行图层覆盖的叠加分析,得到更新后的包含六种地物类别、区分棉花与大豆的目标作物精细分类提取结果;

[0033] 步骤S5、对目标作物精细分类提取结果进行最大值分析和聚类分析,得到最终作物分类提取优化结果。

[0034] 第二方面,本发明实施例提供一种基于卫星遥感影像的农作物精细分类提取系统,包括:

[0035] 特征提取模块,用于获取待分析区域农作物的多时序遥感影像,提取所述多时序遥感影像中与农作物类型相关的多维度特征,所述多维度特征包括光谱特征、植被特征和纹理特征;

[0036] 初提取模块,用于将所述多维度特征输入至预先训练好的支持向量机分类模型,基于所述支持向量机分类模型确定所述多时序遥感影像对应地物类别的分类提取初始结果;所述分类提取初始结果包括水稻、棉花、大豆和非农作物类别;

[0037] 精细提取模块,用于提取所述分类提取初始结果中棉花和大豆对应的多时序遥感影像,通过设定分割阈值的决策树分类算法提取棉花和大豆对应的多时序遥感影像中的红边波段,基于所述红边波段确定棉花和大豆的二次分类提取结果,基于所述二次分类提取结果对所述初始分类提取结果进行矫正,以得到多时序遥感影像的农作物精细分类提取结果。

[0038] 第三方面,本发明实施例提供一种电子设备,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,所述处理器执行所述程序时实现如本发明第一方面实施例所述基于卫星遥感影像的农作物精细分类提取方法的步骤。

[0039] 第四方面,本发明实施例提供一种非暂态计算机可读存储介质,其上存储有计算机程序,该计算机程序被处理器执行时实现如本发明第一方面实施例所述基于卫星遥感影像的农作物精细分类提取方法的步骤。

[0040] 本发明实施例提供了一种基于卫星遥感影像的农作物精细分类提取方法和系统,结合光谱、植被指数和纹理特征的多时序遥感影像农作物分类提取方式,通过综合分析地物类型呈现在遥感影像上时间、空间的特征差异,大大提高了遥感地物分类的科学性、可靠性,提高农作物分类提取的准确率;通过光谱分析引入了一种新的光谱指数,在取得地物分类结果的基础上进行针对目标作物的二次分类提取,提高了地区棉花与大豆的分类提取准确率;通过2种方法结果叠加分析的方式,在公认准确率较高的支持向量机分类结果的基础上进行综合算法优化,能够使分类结果既保留机器学习较优算法分类的准确性,又避免单一算法的局限性,同时使结果更具有现实意义。

附图说明

[0041] 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一简单地介绍,显而易见地,下面描述中的附图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。

[0042] 图1为本发明实施例提供的基于卫星遥感影像的农作物精细分类提取方法流程图;

[0043] 图2为本发明实施例提供的实施案例操作流程图;

[0044] 图3为本发明实施例提供的棉花大豆同期实地种植和遥感影像图;

[0045] 图4为本发明实施例提供的农作物初始分类各类提取特征图;

[0046] 图5为本发明实施例提供的农作物分类提取初始结果图;

[0047] 图6为本发明实施例提供的棉花和大豆分类提取初始结果和决策树分类结果对比图;

[0048] 图7为本发明另一实施例提供的基于卫星遥感影像的农作物精细分类提取方法流程图;

[0049] 图8为本发明实施例提供的电子设备的实体结构示意图。

具体实施方式

[0050] 为使本发明实施例的目的、技术方案和优点更加清楚,下面将结合本发明实施例中的附图,对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述,显然,所描述的实施例是本发明一部分实施例,而不是全部的实施例。基于本发明中的实施例,本领域普通技术人员在没有作出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例,都属于本发明保护的范围。

[0051] 将各类卫星影像进行数据融合,获得同时具有高空间分辨率和多光谱信息的影像数据源后再进行算法分类,也是提高农作物识别与分类精度的实现方案之一。然而,从数据源获取角度看,多时序卫星影像通常对应的空间分辨率较低,高分辨率影像又缺乏足够反应具体作物生长期特征的时期数量,农作物分类精度有限;仅仅依靠各类作物的单一物候特征,或使用机器学习、深度学习分类算法中的单一分类器,都容易在提取和算法参数设置过程中引入人为因素导致的误差,在获得高时效性分类结果的同时忽略作物实际生长情况、丢失分类精度。

[0052] 因此,本发明实施例提供一种基于卫星遥感影像的农作物精细分类提取方法和系统,通过结合多时序、多源卫星遥感数据的使用,因地制宜地结合地区农作物实际生长特征与规律,充分利用较高的空间分辨率和丰富的光谱信息,在避免数据和算法冗余的情况下综合多种分类模型得出农作物分类结果,能够削弱农作物在遥感影像上表现出的“同物异谱”、“同谱异物”现象,通过整合相关性低、差异性高的光谱和纹理特征,有效提高农作物遥感分类精度,更好地服务于农作物精细分类。以下将通过多个实施例进行展开说明和介绍。

[0053] 图1和图2为本发明实施例提供一种基于卫星遥感影像的农作物精细分类提取方法,包括:

[0054] 步骤S1、获取待分析区域农作物的多时序遥感影像,提取所述多时序遥感影像中与农作物类型相关的多维度特征,所述多维度特征包括光谱特征、植被特征和纹理特征;

[0055] 步骤S11、基于目标农作物的生长周期和生长特征,确定目标农作物生长特征差异明显时期的多时序遥感影像;

[0056] 步骤S12、对所述多时序遥感影像进行预处理,所述预处理包括去云、正射校正、辐射定标、大气校正、图像镶嵌与裁剪、波段组合;

[0057] 步骤S13、在预处理后的多时序影像上叠加显示外业调查实地作物样本,建立样本光谱曲线;并提取所述多时序影像的光谱特征、植被指数和纹理特征;所述光谱特征包括所述多时序遥感影像的红波段、绿波段、蓝波段、近红外波段、短波红外波段;所述植被特征包括归一化植被指数、比值植被指数和增强植被指数;所述纹理特征包括中值、协方差和熵。

[0058] 本实施例中,首先基于Sentinel-2卫星的多时序遥感影像结合光谱特征、植被指数和纹理特征3种各不相同的特征;通过调研确认应用地区的主要种植作物及相关生长期后,对目标作物生长特征差异明显时期的Sentinel-2多时序遥感影像进行去云、正射校正、辐射定标、大气校正、图像镶嵌与裁剪和波段组合等相关影像预处理操作;在完成预处理后的Sentinel-2卫星影像上叠加显示外业调查实地作物样本,建立样本光谱曲线,通过差异性观察,从光谱特征、植被指数和纹理特征中各筛选出一种特征对影像的相关波段进行计算,将结果进行波段组合,形成单张输入影像,再添加80%数量的外业调查实地作物样本,采用支持向量机分类算法,分别进行分类器的训练、测试,将土地利用划分为林地、水体、建设用地、水稻、棉花和大豆六种类型,得到农作物分类提取的初始结果;本实施例中针对依靠单一特征提取农作物分类可靠性较低的问题,结合光谱、植被指数和纹理特征的多时序遥感影像农作物分类提取方式,通过综合分析地物类型呈现在遥感影像上时间、空间的特征差异,大大提高了遥感地物分类的科学性、可靠性,提高农作物分类提取的准确率。

[0059] 在外业调查实地作物样本中,选取各类样本数量的80%,结合输入影像进行支持向量机算法分类器的训练,将得出识别各地物类别的支持向量机分类模型;所述支持向量机分类模型用于识别所述多时序遥感影像中的林地、水体、建设用地、水稻、棉花和大豆;将支持向量机分类模型应用于整张输入影像的测试。

[0060] 经过某市实地调研,该市主要优势农作物包括棉花、水稻、玉米、大豆等。8月下旬,各类农作物均处于发育旺盛时期,卫星影像上与其他地物类型区别明显,呈现不同程度的绿色;9月下旬各优势作物产生较大生长差异,如棉花待9月中旬成熟后进行分批采摘收获并持续到10月,玉米则逐渐收获至停止生长并拔杆,水稻仍呈现与水田近似的墨绿色,大豆则和棉花较为相似,且多存在间作现象,如附图3所示。因此,该市农作物遥感分类提取过程中,水稻、玉米因时序影像特征区别明显,易于与棉花、大豆和其他非农作物地物类别区分提取,而棉花和大豆因生长周期、物候期高度相似导致难以区分。为此,采用8月下旬、9月下旬两期多时序Sentinel-2卫星影像作为原始数据,对影像进行去云、正射校正、辐射定标、大气校正、图像镶嵌与裁剪和波段组合等相关影像预处理操作。

[0061] 步骤S2、将所述多维度特征输入至预先训练好的支持向量机分类模型,基于所述支持向量机分类模型确定所述多时序遥感影像对应地物类别的分类提取初始结果;所述分类提取初始结果包括水稻、棉花、大豆和非农作物类别;

[0062] 从光谱特征、植被指数和纹理特征中各筛选出一种特征对多时序影像的相关波段进行计算,得到对应特征的特征图像,将各特征图像进行波段组合,形成输入影像;

[0063] 在完成预处理后的两期Sentinel-2卫星影像(多时序遥感影像)上叠加显示外业调查实地作物样本,分别建立光谱(影像的红、绿、蓝、近红外和短波红外波段等)、植被指数(归一化植被指数NDVI(Normalized difference vegetation index)、比值植被指数RVI

(Ratio vegetation index)、增强植被指数EVI(Enhanced vegetation index)等)和纹理(中值(Mean)、协方差(Variance)、熵(Entropy)等)特征下各类指数的样本光谱曲线,通过差异性观察和指数计算原理分析进行相关性低的各类单一指数的选择。最终选择特征为光谱——8月绿波段、植被指数——9月增强植被指数、纹理——8月熵,各特征图像如附图4所示。绿波段可直接通过波段提取获得;增强植被指数的计算公式为:

$$[0064] \quad EVI = 2.5 * (NIR - R) / (NIR + 6 * R - 7.5 * B + 1)$$

[0065] 上式中,NIR、R、B分别为多时序遥感影像的近红外波段、红波段、蓝波段;

[0066] 对多时序遥感影像进行主成分分析后提取的第一波段进行45°方向分量确定熵;

$$[0067] \quad Entropy = - \sum_{i=0}^{255} p_i \log p_i$$

[0068] p_i 为多时序遥感影像中灰度值为*i*的像素所占的比例。

[0069] 将所述输入影像输入至预先训练好的支持向量机分类模型中,基于所述支持向量机分类模型确定所述多时序遥感影像对应土地利用的分类提取初始结果。将各特征图像进行波段组合,形成单张输入影像结果。在外业调查实地作物样本中,选取各类样本数量的80%,结合输入影像进行支持向量机算法分类器的训练,将得出各地物类别的样本分类模型。将模型应用于整张输入影像的测试,得到基于样本特征模型的林地、水体、建设用地、水稻、棉花和大豆六类地物分类提取初始结果,结果如附图5所示。本实施例结合光谱、植被指数和纹理3种特征进行支持向量机算法的农作物精细分类,分类结果精度较高,模型可用性较强。

[0070] 步骤S3、提取所述分类提取初始结果中棉花和大豆对应的多时序遥感影像,通过设定分割阈值的决策树分类算法提取棉花和大豆对应的多时序遥感影像中的红边波段,基于所述红边波段确定棉花和大豆的二次分类提取结果,基于所述二次分类提取结果对所述初始分类提取结果进行矫正,以得到多时序遥感影像的农作物精细分类提取结果。

[0071] 通过对初始结果和政府统计数据对比发现,棉花和大豆存在较多误分和漏分现象。结合预处理后的Sentinel-2卫星影像的红边波段,对棉花和大豆初始分类结果对应的影像进行与不同的一种新的光谱特征提取,通过设定阈值的决策树分类算法实现基于红边波段的棉花与大豆影像提取;针对棉花和大豆作物生长周期、物候期高度相似,通过算法分类在遥感影像上难以区分提取的问题,本发明实施例提出了一种基于卫星影像红边波段特征的区分提取方法,通过光谱分析引入了一种新的光谱指数,在取得地物分类结果的基础上进行针对目标作物的二次分类提取,提高了地区棉花与大豆的分类提取准确率。

[0072] 在分类提取初始结果的基础上进行棉花和大豆的精细区分提取。9月底10月初,某市大豆正值成熟收割,棉花也已进入吐絮采摘期,作物对应影像存在一定的差异。因卫星影像红边波段值与植被生长状态密切相关,通过对棉花和大豆样本在9月Sentinel-2卫星影像1个红波段和3个红边波段上的光谱反射率进行统计,发现在红边1波段(第一红边波段)、红边2波段(第二红边波段),两种作物的光谱反射率具有明显差异。

[0073] 步骤S31、将分类提取初始结果中的棉花和大豆图斑作为掩膜,提取出原9月Sentinel-2卫星影像中初始棉花和大豆图斑对应的部分影像;

[0074] 步骤S32、提取棉花和大豆影像的红边波段相关光谱特征,以放大两种作物光谱差异,用于后续特征分类。确定所述红边波段上的光谱反射率;选取光谱反射率差异最大的两个红边波段作为第一红边波段 VRE_1 和第二红边波段 VRE_2 ,确定第一红边波段 VRE_1 和第二红

边波段 VRE_2 的光谱指数:

$$[0075] \quad CSSDI = (VRE_2 - VRE_1) / (VRE_2 + VRE_1)$$

[0076] 步骤S33、若判断光谱指数小于预设阈值,则判断部分影像对应的像元分类为大豆,否则判断部分影像对应的像元分类为棉花。

[0077] 通过对棉花和大豆样本在步骤3b得出的单波段结果影像上的CSSDI值进行统计,选取0.299为分割阈值进行决策树算法的地物分类。决策树结构为:当 $CSSDI \geq 0.299$ 时,像元分类为棉花;当 $CSSDI < 0.299$ 时,像元分类为大豆。棉花和大豆分类提取初始结果和决策树分类结果对比如附图6所示。基于卫星影像红边波段特征,通过光谱分析引入一种新的光谱指数(CSSDI),能够在具备较优分类精度的结果基础上进行棉花和大豆的区分提取,实现以地区优势作物为目标的高精度农作物精细分类;结合支持向量机算法和决策树算法进行农作物精细分类,避免了纯粹依靠机器学习的单一算法分类可靠性较低、分类精度不足的问题,提升分类精度得以进行农业实际应用。

[0078] 图7为本发明另一实施例提供的基于卫星遥感影像的农作物精细分类提取方法流程图,参照图7,在步骤S3之后,该方法还包括:

[0079] 步骤S4、将步骤S3得出的棉花和大豆精细区分提取结果与作物分类提取初始结果进行图层覆盖的叠加分析,得到更新后的包含六种地物类别、区分棉花与大豆的目标作物精细分类提取结果;

[0080] 步骤S5、对目标作物精细分类提取结果进行最大值分析、聚类分析和基于人工目视解译的手动修改等遥感分类后处理操作,得到最终作物分类提取优化结果。再结合20%数量的外业调查实地作物样本,进行基于真实地物参照的混淆矩阵分类精度评价,以总体精度、Kappa系数、生产精度和用户精度为指标。结果表明,通过结合光谱、植被指数和纹理特征,对多时序影像进行使用支持向量机分类算法的地物分类能够实现接近90%的总体分类精度,但其中棉花、大豆两类农作物的提取精度均低于70%;增加CSSDI指数、结合决策树分类算法后,地物分类总体精度提升至95%以上,对比单一算法精度提高5.39%;棉花、大豆的各项提取精度指标值基本均大幅提升至85%及以上,其中生产精度、用户精度分别提高20.6%、25.73%、34.43%、25.81%。详细分类精度对比如下表1所示。

[0081] 表1.农作物精细分类精度对比

地物类别	评价指标	添加 CSSDI 指数	
		支持向量机分类	决策树分类
6 种地物类别	总体精度	89.95%	95.34%
	Kappa 系数	0.8771	0.943
棉花	生产精度	64.85%	85.45%
	用户精度	44.77%	70.50%
大豆	生产精度	50.41%	84.84%
	用户精度	65.78%	91.59%

[0083] 在一个实施例中,本发明实施例还提供一种基于卫星遥感影像的农作物精细分类提取系统,基于上述各实施例中的基于卫星遥感影像的农作物精细分类提取方法,包括:

[0084] 特征提取模块,用于获取待分析区域农作物的多时序遥感影像,提取所述多时序遥感影像中与农作物类型相关的多维度特征,所述多维度特征包括光谱特征、植被特征和纹理特征;

[0085] 初提取模块,用于将所述多维度特征输入至预先训练好的初分类模型,基于所述初分类模型确定所述多时序遥感影像对应地物类别的分类提取初始结果;所述分类提取初始结果包括水稻、棉花、大豆和非农作物类别;

[0086] 精细提取模块,用于提取所述分类提取初始结果中棉花和大豆对应的多时序遥感影像,通过设定分割阈值的决策树分类算法提取棉花和大豆对应的多时序遥感影像中的红边波段,基于所述红边波段确定棉花和大豆的二次分类提取结果,基于所述二次分类提取结果对所述初始分类提取结果进行矫正,以得到多时序遥感影像的农作物精细分类提取结果。

[0087] 在一个实施例中,本发明还提供了一种电子设备,如图8所示,该电子设备可以包括:处理器(processor)810、通信接口(Communications Interface)820、存储器(memory)830和通信总线840,其中,处理器810,通信接口820,存储器830通过通信总线840完成相互间的通信。处理器810可以调用存储器830中的逻辑指令,以执行如上述各实施例所述基于卫星遥感影像的农作物精细分类提取方法的步骤。例如包括:

[0088] 步骤S1、获取待分析区域农作物的多时序遥感影像,提取所述多时序遥感影像中与农作物类型相关的多维度特征,所述多维度特征包括光谱特征、植被特征和纹理特征;

[0089] 步骤S2、将所述多维度特征输入至预先训练好的支持向量机分类模型,基于所述支持向量机分类模型确定所述多时序遥感影像对应地物类别的分类提取初始结果;所述分类提取初始结果包括水稻、棉花、大豆和非农作物类别;

[0090] 步骤S3、提取所述分类提取初始结果中棉花和大豆对应的多时序遥感影像,通过设定分割阈值的决策树分类算法提取棉花和大豆对应的多时序遥感影像中的红边波段,基于所述红边波段确定棉花和大豆的二次分类提取结果,基于所述二次分类提取结果对所述初始分类提取结果进行矫正,以得到多时序遥感影像的农作物精细分类提取结果。

[0091] 在一个实施例中,本发明实施例还提供一种非暂态计算机可读存储介质,该计算机可读存储介质存储有计算机程序,该计算机程序包含至少一段代码,该至少一段代码可由主控设备执行,以控制主控设备用以实现如上述各实施例所述基于卫星遥感影像的农作物精细分类提取方法的步骤。例如包括:

[0092] 步骤S1、获取待分析区域农作物的多时序遥感影像,提取所述多时序遥感影像中与农作物类型相关的多维度特征,所述多维度特征包括光谱特征、植被特征和纹理特征;

[0093] 步骤S2、将所述多维度特征输入至预先训练好的支持向量机分类模型,基于所述支持向量机分类模型确定所述多时序遥感影像对应地物类别的分类提取初始结果;所述分类提取初始结果包括水稻、棉花、大豆和非农作物类别;

[0094] 步骤S3、提取所述分类提取初始结果中棉花和大豆对应的多时序遥感影像,通过设定分割阈值的决策树分类算法提取棉花和大豆对应的多时序遥感影像中的红边波段,基于所述红边波段确定棉花和大豆的二次分类提取结果,基于所述二次分类提取结果对所述初始分类提取结果进行矫正,以得到多时序遥感影像的农作物精细分类提取结果。

[0095] 在一个实施例中,本申请实施例还提供一种计算机程序,当该计算机程序被主控

设备执行时,用以实现上述方法实施例。

[0096] 所述程序可以全部或者部分存储在与处理器封装在一起的存储介质上,也可以部分或者全部存储在不与处理器封装在一起的存储器上。

[0097] 在一个实施例中,本申请实施例还提供一种处理器,该处理器用以实现上述方法实施例。上述处理器可以为芯片。

[0098] 综上所述,本发明实施例提供的一种基于卫星遥感影像的农作物精细分类提取方法和系统,结合光谱、植被指数和纹理特征的多时序遥感影像农作物分类提取方式,通过综合分析地物类型呈现在遥感影像上时间、空间的特征差异,大大提高了遥感地物分类的科学性、可靠性,提高农作物分类提取的准确率;通过光谱分析引入了一种新的光谱指数,在取得地物分类结果的基础上进行针对目标作物的二次分类提取,提高了地区棉花与大豆的分类提取准确率;通过2种方法结果叠加分析的方式,在公认准确率较高的支持向量机分类结果的基础上进行综合算法优化,能够使分类结果既保留机器学习较优算法分类的准确性,又避免单一算法的局限性,同时使结果更具有现实意义。

[0099] 需要说明的是,在上述实施例中,对各个实施例的描述都各有侧重,某个实施例中

没有详细描述的部分,可以参见其它实施例的相关描述。
[0100] 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、装置、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。

[0101] 本发明是参照本发明实施例提供的方法、设备(装置)、和计算机程序产品的流程图和/或方框图来描述。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、嵌入式计算机或者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。

[0102] 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。

[0103] 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。

[0104] 尽管已描述了本发明的优选实施例,但本领域内的技术人员一旦得知了基本创造概念,则可对这些实施例作出另外的变更和修改。所以,所附权利要求意欲解释为包括优选实施例以及落入本发明范围的所有变更和修改。

[0105] 显然,本领域的技术人员可以对本发明进行各种改动和变型而不脱离本发明的精神和范围。这样,倘若本发明的这些修改和变型属于本发明权利要求及其等同技术的范围

之内,则本发明也意图包括这些改动和变型在内。

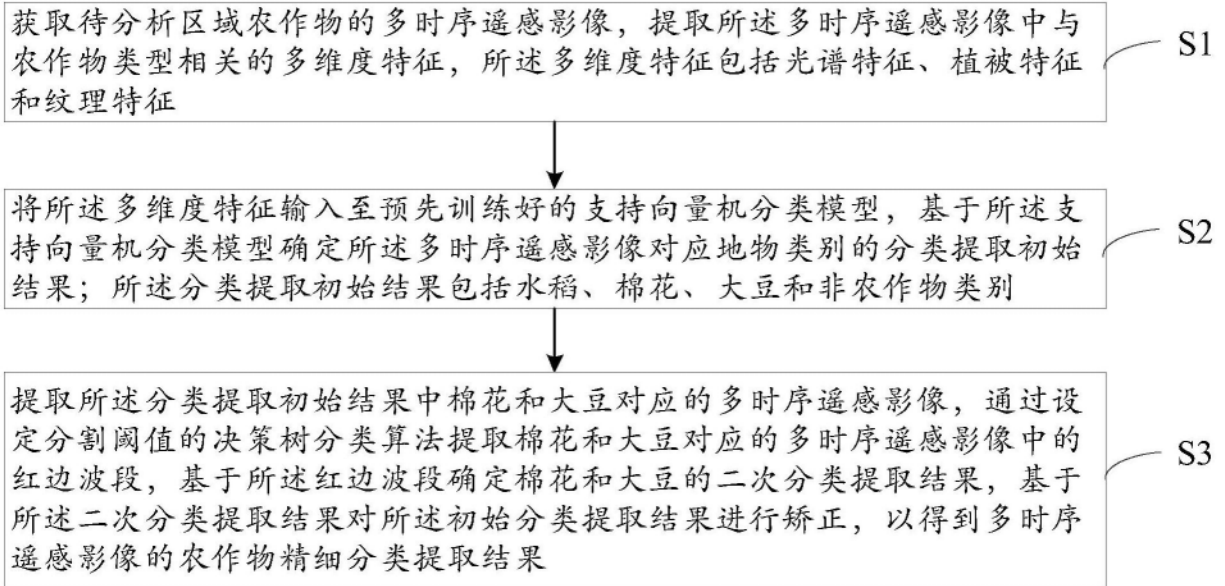


图1

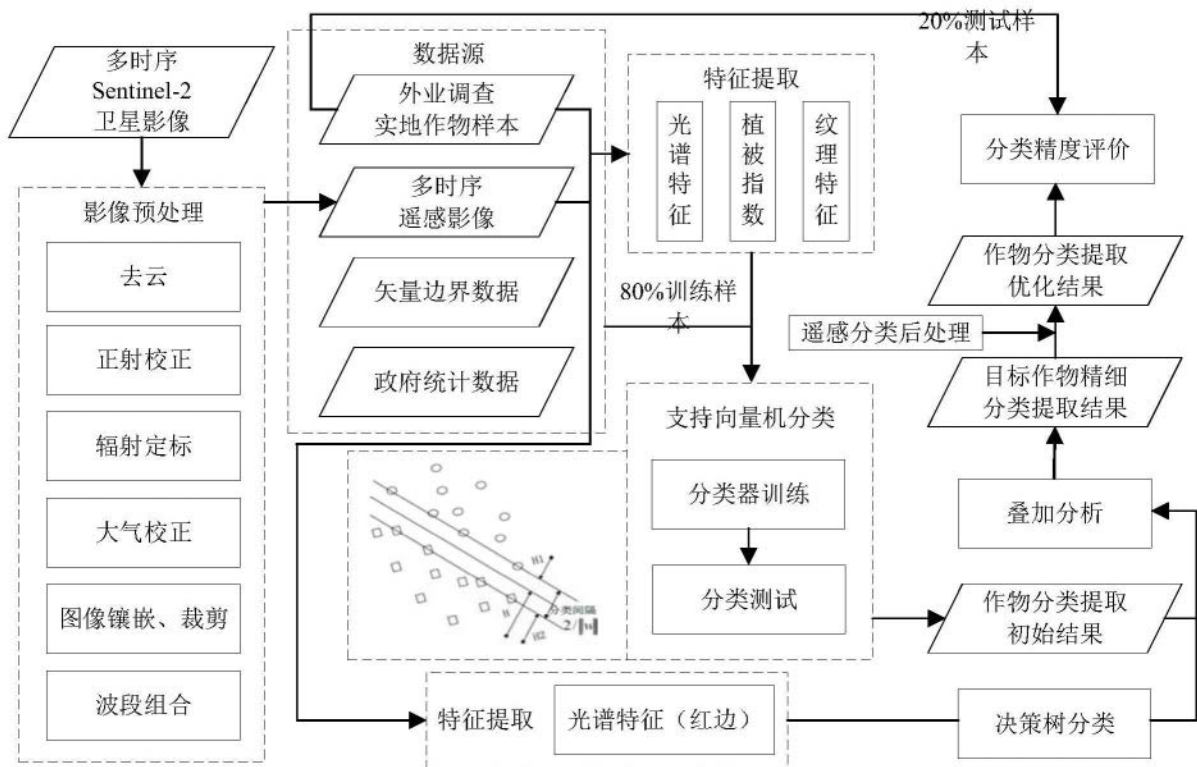


图2

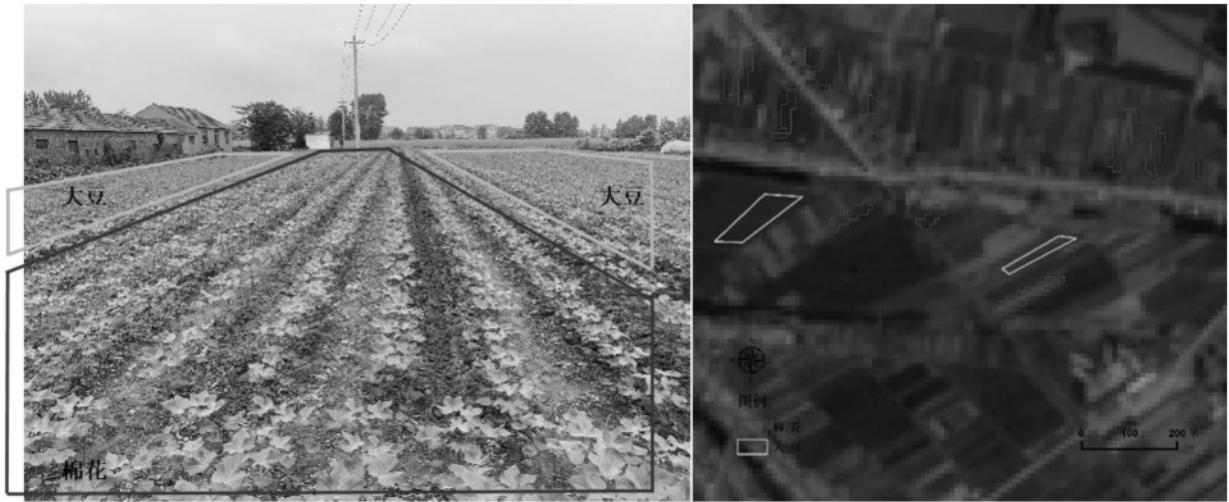


图3

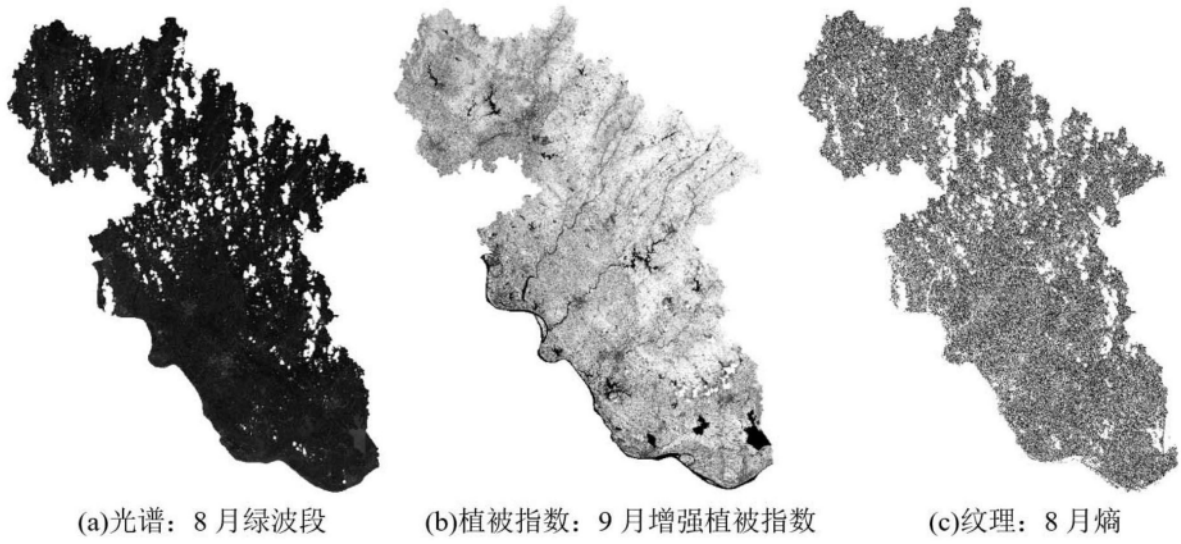


图4

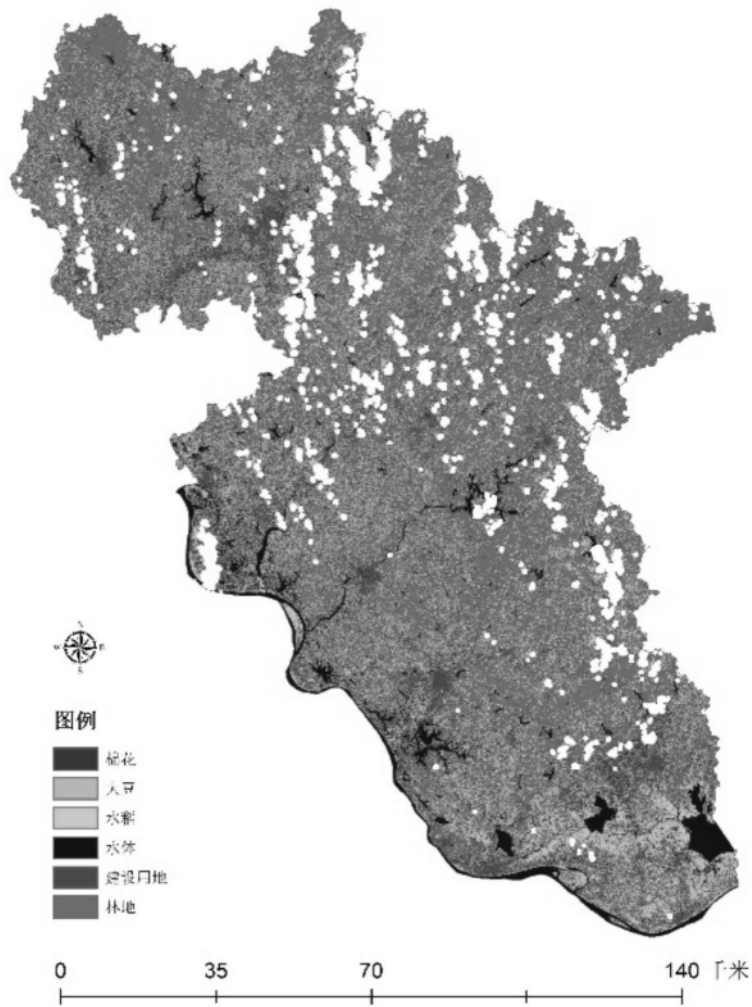


图5

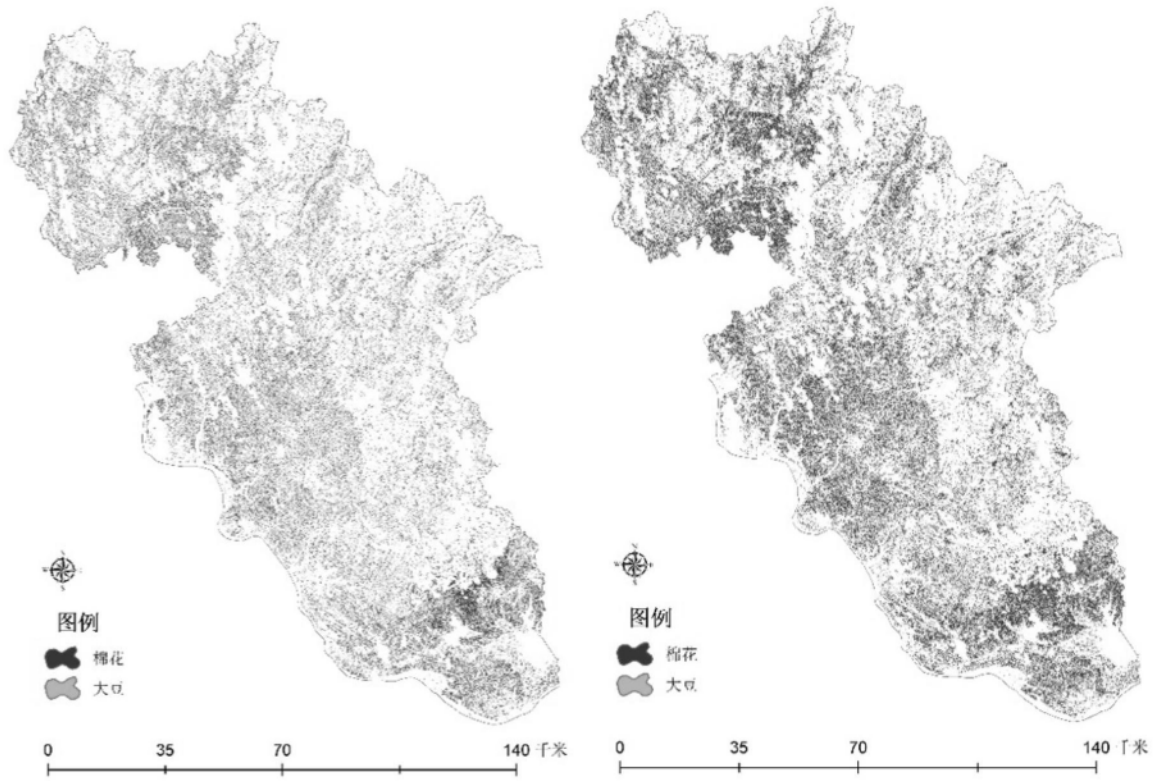


图6

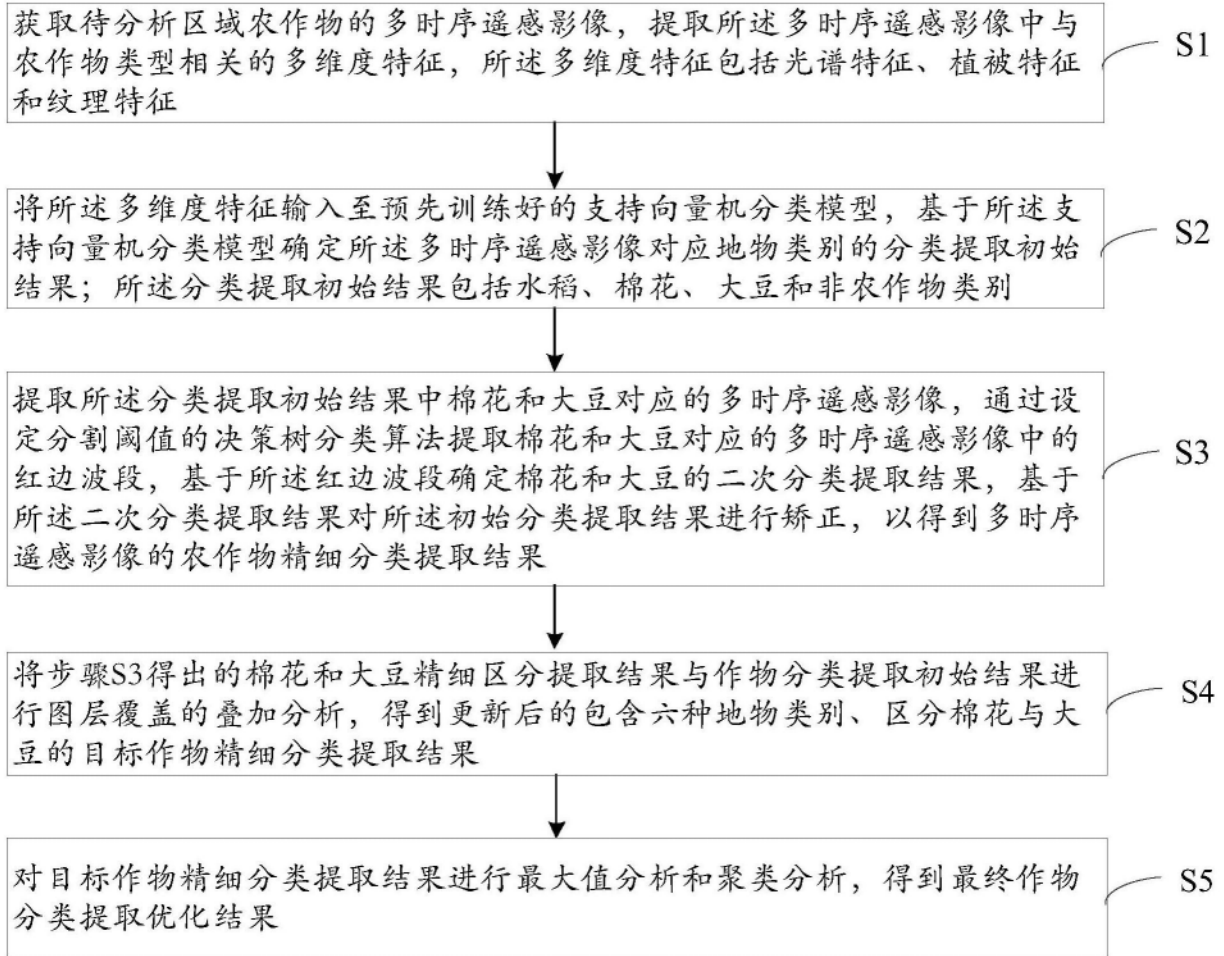


图7

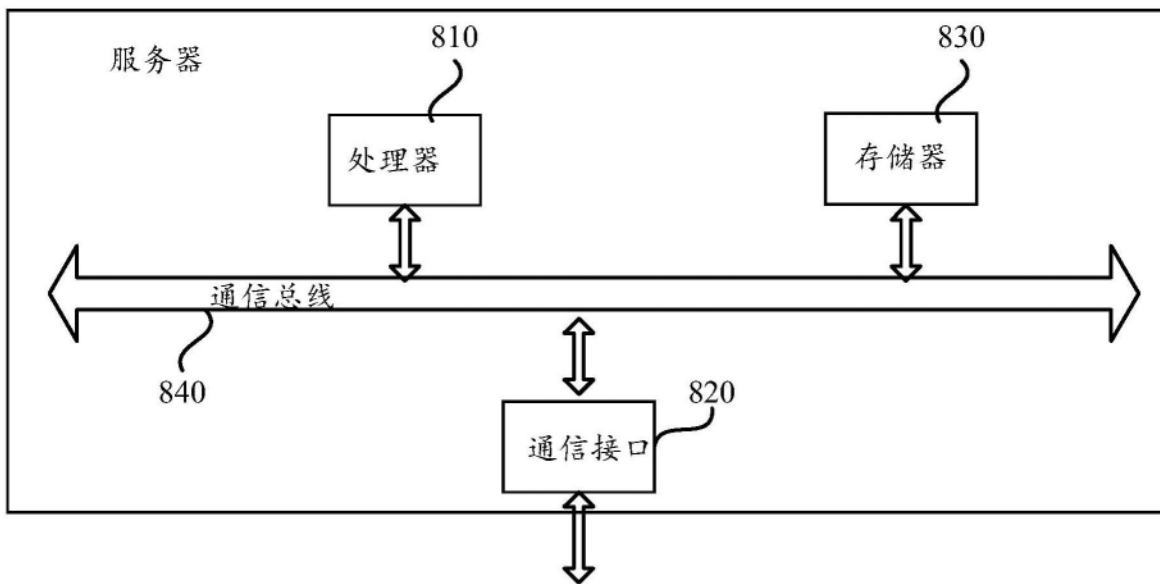


图8