



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 117218552 B

(45) 授权公告日 2024.06.04

(21) 申请号 202310981272.3

(22) 申请日 2023.08.04

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 117218552 A

(43) 申请公布日 2023.12.12

(73) 专利权人 华南师范大学
地址 510000 广东省广州市中山大道西55号

(72) 发明人 王珽 文雅 赵耀龙 徐涛

(74) 专利代理机构 广州新诺专利商标事务有限公司 44100
专利代理师 吴泽燊

(51) Int. Cl.
G06V 20/13 (2022.01)
G06V 10/774 (2022.01)
G06N 20/00 (2019.01)
G06V 10/764 (2022.01)
G06V 10/766 (2022.01)

(56) 对比文件

CN 112017135 A, 2020.12.01
CN 113222005 A, 2021.08.06
US 2021390725 A1, 2021.12.16
CN 115861823 A, 2023.03.28
CN 104678392 A, 2015.06.03
CN 113327214 A, 2021.08.31

戴舒;付迎春;赵耀龙.基于Cubist模型树的
城市不透水面百分比遥感估算模型.地球信息科
学学报.(第10期),

Jin Wang et al.Multitemporal
impervious surface estimation via an
optimized stable/change pixel detection
approach.《GIScience & Remote Sensing》
.2022,第1406-1425页.

戴舒;付迎春;赵耀龙.基于Cubist模型树的
城市不透水面百分比遥感估算模型.地球信息科
学学报.2016,(10),第1399-1409页.

审查员 刘书玲

权利要求书3页 说明书13页 附图2页

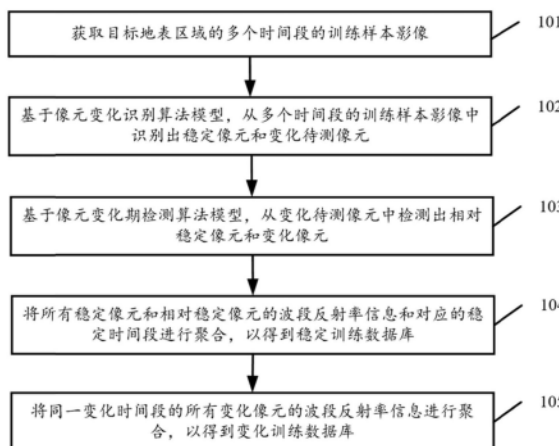
(54) 发明名称

一种基于像元变化检测的估测算法优化方法
及装置

(57) 摘要

本发明公开了一种基于像元变化检测的估
测算法优化方法及装置,该方法包括:获取目标
地表区域的多个时间段的训练样本影像;基于像
元变化识别算法模型,从所述多个时间段的训练
样本影像中识别出稳定像元和变化待测像元;基
于像元变化期检测算法模型,从所述变化待测像
元中检测出相对稳定像元和变化像元;将所有所
述稳定像元和所述相对稳定像元的波段反射率
信息和对应的稳定时间段进行聚合,以得到稳定
训练数据库;将同一变化时间段的所有所述变化
像元的波段反射率信息进行聚合,以得到变化训
练数据库。可见,本发明能够充分利用不同的像
元的变化特性来筛选出不同的训练数据集,以便
于后续训练得到可以针对性进行预测的模型,提

高模型估测的精度。



1. 一种基于像元变化检测的估测算法优化方法,其特征在于,所述方法包括:
 - 获取目标地表区域的多个时间段的训练样本影像;
 - 基于像元变化识别算法模型,从所述多个时间段的训练样本影像中识别出稳定像元和变化待测像元;
 - 基于像元变化期检测算法模型,从所述变化待测像元中检测出相对稳定像元和变化像元;所述基于像元变化识别算法模型,从所述多个时间段的训练样本影像中识别出稳定像元和变化待测像元,包括:
 - 将所述多个时间段的训练样本影像输入至训练好的稳定像元识别机器学习模型中,以得到识别出的稳定像元;所述稳定像元识别机器学习模型通过包括有多个训练影像和对应的目测变化标注的训练数据集训练得到;
 - 将所述训练样本影像中除所述稳定像元外的确定为变化待测像元;所述基于像元变化期检测算法模型,从所述变化待测像元中检测出相对稳定像元和变化像元,包括:
 - 对于任一所述变化待测像元,计算该变化待测像元的遥感指数参数;
 - 判断该变化待测像元的所述遥感指数参数是否在预设的时间段周期内出现变化;
 - 若没有,则将该变化待测像元确定为相对稳定像元;
 - 若有,则确定该变化待测像元在所述时间段周期内的变化期数量;
 - 根据所述变化期数量,和预设的土地覆盖类型变化检测方法,确定该变化待测像元为相对稳定像元或变化像元;
 - 将所有所述稳定像元和所述相对稳定像元的波段反射率信息和对应的稳定时间段进行聚合,以得到稳定训练数据库;所述稳定训练数据库用于训练用于估测所述稳定时间段的所述目标地表区域的不透水密度参数的估测算法模型;
 - 将同一变化时间段的所有所述变化像元的波段反射率信息进行聚合,以得到变化训练数据库;所述变化训练数据库用于训练用于估测对应的所述变化时间段的所述目标地表区域的不透水密度参数的估测算法模型。
2. 根据权利要求1所述的基于像元变化检测的估测算法优化方法,其特征在于,所述计算该变化待测像元的遥感指数参数,包括:
 - 计算该变化待测像元的NDISI指数;
 - 计算该变化待测像元的缨帽变换的绿色分量;
 - 将该变化待测像元的所述NDISI指数和所述绿色分量进行归一化处理,得到该变化待测像元的遥感指数参数。
3. 根据权利要求2所述的基于像元变化检测的估测算法优化方法,其特征在于,所述判断该变化待测像元的所述遥感指数参数是否在预设的时间段周期内出现变化,包括:
 - 将所述遥感指数参数分为多个级别;
 - 判断该变化待测像元在预设的时间段周期内的所述遥感指数参数的级别是否发生了变化。
4. 根据权利要求3所述的基于像元变化检测的估测算法优化方法,其特征在于,所述确定该变化待测像元在所述时间段周期内的变化期数量,包括:
 - 确定该变化待测像元在所述时间段周期内的所述遥感指数参数的级别发生变化的时间段数量,得到该变化待测像元的变化期数量。

5. 根据权利要求4所述的基于像元变化检测的估测算法优化方法,其特征在于,所述根据所述变化期数量,和预设的土地覆盖类型变化检测方法,确定该变化待测像元为相对稳定像元或变化像元,包括:

判断所述变化期数量是否为1,若否,则将该变化待测像元确定为变化像元;

若是,则基于预设的土地覆盖类型变化检测方法,确定该变化待测像元为相对稳定像元或变化像元。

6. 根据权利要求5所述的基于像元变化检测的估测算法优化方法,其特征在于,所述基于预设的土地覆盖类型变化检测方法,确定该变化待测像元为相对稳定像元或变化像元,包括:

获取所述目标地表区域对应的所述时间段周期中的首尾两期的土地覆盖数据;

使用3*3移动窗口来对所述首尾两期的土地覆盖数据的类型进行检测,判断所述土地覆盖数据中该变化待测像元的类型在所述变化期内是否有变化;

若是,则确定该变化待测像元为变化像元;

否则确定该变化待测像元为相对稳定像元。

7. 一种基于像元变化检测的估测算法优化装置,其特征在于,所述装置包括:

获取模块,用于获取目标地表区域的多个时间段的训练样本影像;

识别模块,用于基于像元变化识别算法模型,从所述多个时间段的训练样本影像中识别出稳定像元和变化待测像元;所述识别模块基于像元变化识别算法模型,从所述多个时间段的训练样本影像中识别出稳定像元和变化待测像元的具体方式,包括:

将所述多个时间段的训练样本影像输入至训练好的稳定像元识别机器学习模型中,以得到识别出的稳定像元;所述稳定像元识别机器学习模型通过包括有多个训练影像和对应的目测变化标注的训练数据集训练得到;

将所述训练样本影像中除所述稳定像元外的确定为变化待测像元;

检测模块,用于基于像元变化期检测算法模型,从所述变化待测像元中检测出相对稳定像元和变化像元;所述检测模块基于像元变化期检测算法模型,从所述变化待测像元中检测出相对稳定像元和变化像元的具体方式,包括:

对于任一所述变化待测像元,计算该变化待测像元的遥感指数参数;

判断该变化待测像元的所述遥感指数参数是否在预设的时间段周期内出现变化;

若没有,则将该变化待测像元确定为相对稳定像元;

若有,则确定该变化待测像元在所述时间段周期内的变化期数量;

根据所述变化期数量,和预设的土地覆盖类型变化检测方法,确定该变化待测像元为相对稳定像元或变化像元;

第一聚合模块,用于将所有所述稳定像元和所述相对稳定像元的波段反射率信息和对应的稳定时间段进行聚合,以得到稳定训练数据库;所述稳定训练数据库用于训练用于估测所述稳定时间段的所述目标地表区域的不透水密度参数的估测算法模型;

第二聚合模块,用于将同一变化时间段的所有所述变化像元的波段反射率信息进行聚合,以得到变化训练数据库;所述变化训练数据库用于训练用于估测对应的所述变化时间段的所述目标地表区域的不透水密度参数的估测算法模型。

8. 一种基于像元变化检测的估测算法优化装置,其特征在于,所述装置包括:

存储有可执行程序代码的存储器；
与所述存储器耦合的处理器；
所述处理器调用所述存储器中存储的所述可执行程序代码，执行如权利要求1-6任一项所述的基于像元变化检测的估测算法优化方法。

一种基于像元变化检测的估测算法优化方法及装置

技术领域

[0001] 本发明涉及遥感数据处理技术领域,尤其涉及一种基于像元变化检测的估测算法优化方法及装置。

背景技术

[0002] 随着人口大量聚集,城市建设用地快速扩张,导致陆地地表产生了显著变化。这一过程对城市环境产生了显著影响。城市区域的地理空间格局复杂且高度异质。传统的遥感影像监测与分析方法难以满足快速城市化区域的环境监测需要。

[0003] 不透水面是城市区域典型的土地覆盖类型,也是城市生态环境的关键指标,为监测分析城市化及其生态环境效应提供了不可替代的亚像元级别的研究视角。精确、高效的遥感影像信息提取方法是不透水面相关研究的基础,近年来受到众多研究者的持续关注。但在现有多时序监测研究中,亚像元方法本身的系统误差和随机误差累积产生复合误差,往往导致监测结果在时间一致性、时间分辨率等方面受到较大影响,难以准确反映地表变化的真实过程。可见,现有技术存在缺陷,亟需解决。

发明内容

[0004] 本发明所要解决的技术问题在于,提供一种基于像元变化检测的估测算法优化方法及装置,能够充分利用不同的像元的变化特性来筛选出不同的训练数据集,以便于后续训练得到可以针对性进行预测的模型,有效提高模型估测的精度。

[0005] 为了解决上述技术问题,本发明第一方面公开了一种基于像元变化检测的估测算法优化方法,所述方法包括:

[0006] 获取目标地表区域的多个时间段的训练样本影像;

[0007] 基于像元变化识别算法模型,从所述多个时间段的训练样本影像中识别出稳定像元和变化待测像元;

[0008] 基于像元变化期检测算法模型,从所述变化待测像元中检测出相对稳定像元和变化像元;

[0009] 将所有所述稳定像元和所述相对稳定像元的波段反射率信息和对应的稳定时间段进行聚合,以得到稳定训练数据库;所述稳定训练数据库用于训练用于估测所述稳定时间段的所述目标地表区域的不透水密度参数的估测算法模型;

[0010] 将同一变化时间段的所有所述变化像元的波段反射率信息进行聚合,以得到变化训练数据库;所述变化训练数据库用于训练用于估测对应的所述变化时间段的所述目标地表区域的不透水密度参数的估测算法模型。

[0011] 作为一个可选的实施方式,在本发明第一方面中,所述基于像元变化识别算法模型,从所述多个时间段的训练样本影像中识别出稳定像元和变化待测像元,包括:

[0012] 将所述多个时间段的训练样本影像输入至训练好的稳定像元识别机器学习模型中,以得到识别出的稳定像元;所述稳定像元识别机器学习模型通过包括有多个训练影像

和对应的目测变化标注的训练数据集训练得到；

[0013] 将所述训练样本影像中除所述稳定像元外的确定为变化待测像元。

[0014] 作为一个可选的实施方式,在本发明第一方面中,所述基于像元变化期检测算法模型,从所述变化待测像元中检测出相对稳定像元和变化像元,包括:

[0015] 对于任一所述变化待测像元,计算该变化待测像元的遥感指数参数;

[0016] 判断该变化待测像元的所述遥感指数参数是否在预设的时间段周期内出现变化;

[0017] 若没有,则将该变化待测像元确定为相对稳定像元;

[0018] 若有,则确定该变化待测像元在所述时间段周期内的变化期数量;

[0019] 根据所述变化期数量,和预设的土地覆盖类型变化检测方法,确定该变化待测像元为相对稳定像元或变化像元。

[0020] 作为一个可选的实施方式,在本发明第一方面中,所述计算该变化待测像元的遥感指数参数,包括:

[0021] 计算该变化待测像元的NDISI指数;

[0022] 计算该变化待测像元的缨帽变换的绿色分量;

[0023] 将该变化待测像元的所述NDISI指数和所述绿色分量进行归一化处理,得到该变化待测像元的遥感指数参数。

[0024] 作为一个可选的实施方式,在本发明第一方面中,所述判断该变化待测像元的所述遥感指数参数是否在预设的时间段周期内出现变化,包括:

[0025] 将所述遥感指数参数分为多个级别;

[0026] 判断该变化待测像元在预设的时间段周期内的所述遥感指数参数的级别是否发生了变化。

[0027] 作为一个可选的实施方式,在本发明第一方面中,所述确定该变化待测像元在所述时间段周期内的变化期数量,包括:

[0028] 确定该变化待测像元在所述时间段周期内的所述遥感指数参数的级别发生变化的时间段数量,得到该变化待测像元的变化期数量。

[0029] 作为一个可选的实施方式,在本发明第一方面中,所述根据所述变化期数量,和预设的土地覆盖类型变化检测方法,确定该变化待测像元为相对稳定像元或变化像元,包括:

[0030] 判断所述变化期数量是否为1,若否,则将该变化待测像元确定为变化像元;

[0031] 若是,则基于预设的土地覆盖类型变化检测方法,确定该变化待测像元为相对稳定像元或变化像元。

[0032] 作为一个可选的实施方式,在本发明第一方面中,所述基于预设的土地覆盖类型变化检测方法,确定该变化待测像元为相对稳定像元或变化像元,包括:

[0033] 获取所述目标地表区域对应的所述时间段周期中的首尾两期的土地覆盖数据;

[0034] 使用3*3移动窗口来对所述首尾两期的土地覆盖数据的类型进行检测,判断所述土地覆盖数据中该变化待测像元的类型在所述变化期内是否有变化;

[0035] 若是,则确定该变化待测像元为变化像元;

[0036] 否则确定该变化待测像元为相对稳定像元。

[0037] 本发明第二方面公开了一种基于像元变化检测的估测算法优化装置,所述装置包括:

- [0038] 获取模块,用于获取目标地表区域的多个时间段的训练样本影像;
- [0039] 识别模块,用于基于像元变化识别算法模型,从所述多个时间段的训练样本影像中识别出稳定像元和变化待测像元;
- [0040] 检测模块,用于基于像元变化期检测算法模型,从所述变化待测像元中检测出相对稳定像元和变化像元;
- [0041] 第一聚合模块,用于将所有所述稳定像元和所述相对稳定像元的波段反射率信息和对应的稳定时间段进行聚合,以得到稳定训练数据库;所述稳定训练数据库用于训练用于估测所述稳定时间段的所述目标地表区域的不透水密度参数的估测算法模型;
- [0042] 第二聚合模块,用于将同一变化时间段的所有所述变化像元的波段反射率信息进行聚合,以得到变化训练数据库;所述变化训练数据库用于训练用于估测对应的所述变化时间段的所述目标地表区域的不透水密度参数的估测算法模型。
- [0043] 作为一个可选的实施方式,在本发明第二方面中,所述识别模块基于像元变化识别算法模型,从所述多个时间段的训练样本影像中识别出稳定像元和变化待测像元的具体方式,包括:
- [0044] 将所述多个时间段的训练样本影像输入至训练好的稳定像元识别机器学习模型中,以得到识别出的稳定像元;所述稳定像元识别机器学习模型通过包括有多个训练影像和对应的目测变化标注的训练数据集训练得到;
- [0045] 将所述训练样本影像中除所述稳定像元外的确定为变化待测像元。
- [0046] 作为一个可选的实施方式,在本发明第二方面中,所述检测模块基于像元变化期检测算法模型,从所述变化待测像元中检测出相对稳定像元和变化像元的具体方式,包括:
- [0047] 对于任一所述变化待测像元,计算该变化待测像元的遥感指数参数;
- [0048] 判断该变化待测像元的所述遥感指数参数是否在预设的时间段周期内出现变化;
- [0049] 若没有,则将该变化待测像元确定为相对稳定像元;
- [0050] 若有,则确定该变化待测像元在所述时间段周期内的变化期数量;
- [0051] 根据所述变化期数量,和预设的土地覆盖类型变化检测方法,确定该变化待测像元为相对稳定像元或变化像元。
- [0052] 作为一个可选的实施方式,在本发明第二方面中,所述检测模块计算该变化待测像元的遥感指数参数的具体方式,包括:
- [0053] 计算该变化待测像元的NDISI指数;
- [0054] 计算该变化待测像元的缨帽变换的绿度分量;
- [0055] 将该变化待测像元的所述NDISI指数和所述绿度分量进行归一化处理,得到该变化待测像元的遥感指数参数。
- [0056] 作为一个可选的实施方式,在本发明第二方面中,所述检测模块判断该变化待测像元的所述遥感指数参数是否在预设的时间段周期内出现变化的具体方式,包括:
- [0057] 将所述遥感指数参数分为多个级别;
- [0058] 判断该变化待测像元在预设的时间段周期内的所述遥感指数参数的级别是否发生了变化。
- [0059] 作为一个可选的实施方式,在本发明第二方面中,所述检测模块确定该变化待测像元在所述时间段周期内的变化期数量的具体方式,包括:

[0060] 确定该变化待测像元在所述时间段周期内的所述遥感指数参数的级别发生变化的时间段数量,得到该变化待测像元的变化期数量。

[0061] 作为一个可选的实施方式,在本发明第二方面中,所述检测模块根据所述变化期数量,和预设的土地覆盖类型变化检测方法,确定该变化待测像元为相对稳定像元或变化像元的具体方式,包括:

[0062] 判断所述变化期数量是否为1,若否,则将该变化待测像元确定为变化像元;

[0063] 若是,则基于预设的土地覆盖类型变化检测方法,确定该变化待测像元为相对稳定像元或变化像元。

[0064] 作为一个可选的实施方式,在本发明第二方面中,所述检测模块基于预设的土地覆盖类型变化检测方法,确定该变化待测像元为相对稳定像元或变化像元的具体方式,包括:

[0065] 获取所述目标地表区域对应的所述时间段周期中的首尾两期的土地覆盖数据;

[0066] 使用3*3移动窗口来对所述首尾两期的土地覆盖数据的类型进行检测,判断所述土地覆盖数据中该变化待测像元的类型在所述变化期内是否有变化;

[0067] 若是,则确定该变化待测像元为变化像元;

[0068] 否则确定该变化待测像元为相对稳定像元。

[0069] 本发明第三方面公开了另一种基于像元变化检测的估测算法优化装置,所述装置包括:

[0070] 存储有可执行程序代码的存储器;

[0071] 与所述存储器耦合的处理器;

[0072] 所述处理器调用所述存储器中存储的所述可执行程序代码,执行本发明第一方面公开的基于像元变化检测的估测算法优化方法中的部分或全部步骤。

[0073] 本发明第四方面公开了一种用于海关分货的便携式终端,包括图形码扫描装置和数据处理装置,其中,所述数据处理装置用于执行本发明第一方面公开的基于像元变化检测的估测算法优化方法中的部分或全部步骤。

[0074] 与现有技术相比,本发明具有以下有益效果:

[0075] 可见,本发明实施例能够基于像元变化检测的算法来从训练样本影像中筛选出稳定不变的像元和变化的像元,并对不同的像元进行聚合以训练不同的估测模型,从而能够充分利用不同的像元的变化特性来筛选出不同的训练数据集,以便于后续训练得到可以针对性进行预测的模型,有效提高模型估测的精度。

附图说明

[0076] 为了更清楚地说明本发明实施例中的技术方案,下面将对实施例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。

[0077] 图1是本发明实施例公开的一种基于像元变化检测的估测算法优化方法的流程示意图。

[0078] 图2是本发明实施例公开的一种基于像元变化检测的估测算法优化装置的结构示

意图。

[0079] 图3是本发明实施例公开的另一种基于像元变化检测的估测算法优化装置的结构示意图。

具体实施方式

[0080] 为了使本技术领域的人员更好地理解本发明方案,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,所描述的实施例仅仅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。

[0081] 本发明的说明书和权利要求书及上述附图中的术语“第二”、“第二”等是用于区别不同对象,而不是用于描述特定顺序。此外,术语“包括”和“具有”以及它们任何变形,意图在于覆盖不排他的包含。例如包含了一系列步骤或单元的过程、方法、装置、产品或设备没有限定于已列出的步骤或单元,而是可选地还包括没有列出的步骤或单元,或可选地还包括对于这些过程、方法、产品或设备固有的其他步骤或单元。

[0082] 在本文中提及“实施例”意味着,结合实施例描述的特定特征、结构或特性可以包含在本发明的至少一个实施例中。在说明书中的各个位置出现该短语并不一定均是指相同的实施例,也不是与其它实施例互斥的独立的或备选的实施例。本领域技术人员显式地和隐式地理解的是,本文所描述的实施例可以与其它实施例相结合。

[0083] 本发明公开了一种基于像元变化检测的估测算法优化方法及装置,能够基于像元变化检测的算法来从训练样本影像中筛选出稳定不变的像元和变化的像元,并对不同的像元进行聚合以训练不同的估测模型,从而能够充分利用不同的像元的变化特性来筛选出不同的训练数据集,以便于后续训练得到可以针对性进行预测的模型,有效提高模型估测的精度。以下分别进行详细说明。

[0084] 实施例一

[0085] 请参阅图1,图1是本发明实施例公开的一种基于像元变化检测的估测算法优化方法的流程示意图。其中,图1所描述的基于像元变化检测的估测算法优化方法应用于数据处理芯片、处理终端或处理服务器(其中,该处理服务器可以为本地服务器或云服务器)中。如图1所示,该基于像元变化检测的估测算法优化方法可以包括以下操作:

[0086] 101、获取目标地表区域的多个时间段的训练样本影像。

[0087] 102、基于像元变化识别算法模型,从多个时间段的训练样本影像中识别出稳定像元和变化待测像元。

[0088] 103、基于像元变化期检测算法模型,从变化待测像元中检测出相对稳定像元和变化像元。

[0089] 104、将所有稳定像元和相对稳定像元的波段反射率信息和对应的稳定时间段进行聚合,以得到稳定训练数据库。

[0090] 稳定训练数据库用于训练用于估测稳定时间段的目标地表区域的不透水密度参数的估测算法模型。

[0091] 105、将同一变化时间段的所有变化像元的波段反射率信息进行聚合,以得到变化训练数据库。

[0092] 变化训练数据库用于训练用于估测对应的变化时间段的目标地表区域的不透水密度参数的估测算法模型。

[0093] 可见,上述发明实施例能够基于像元变化检测的算法来从训练样本影像中筛选出稳定不变的像元和变化的像元,并对不同的像元进行聚合以训练不同的估测模型,从而能够充分利用不同的像元的变化特性来筛选出不同的训练数据集,以便于后续训练得到可以针对性进行预测的模型,有效提高模型估测的精度。

[0094] 作为一个可选的实施例,上述步骤中的,基于像元变化识别算法模型,从多个时间段的训练样本影像中识别出稳定像元和变化待测像元,包括:

[0095] 将多个时间段的训练样本影像输入至训练好的稳定像元识别机器学习模型中,以得到识别出的稳定像元。

[0096] 将训练样本影像中除稳定像元外的确定为变化待测像元。

[0097] 具体的,稳定像元识别机器学习模型通过包括有多个训练影像和对应的目测变化标注的训练数据集训练得到。

[0098] 通过上述实施例可以利用机器学习模型来自动识别出明显的稳定像元,提高像元分类的效率和精度。

[0099] 作为一个可选的实施例,上述步骤中的,基于像元变化期检测算法模型,从变化待测像元中检测出相对稳定像元和变化像元,包括:

[0100] 对于任一变化待测像元,计算该变化待测像元的遥感指数参数;

[0101] 判断该变化待测像元的遥感指数参数是否在预设的时间段周期内出现变化;

[0102] 若没有,则将该变化待测像元确定为相对稳定像元;

[0103] 若有,则确定该变化待测像元在时间段周期内的变化期数量;

[0104] 根据变化期数量,和预设的土地覆盖类型变化检测方法,确定该变化待测像元为相对稳定像元或变化像元。

[0105] 作为一个可选的实施例,上述步骤中的,计算该变化待测像元的遥感指数参数,包括:

[0106] 计算该变化待测像元的NDISI指数;

[0107] 计算该变化待测像元的缨帽变换的绿色分量;

[0108] 将该变化待测像元的NDISI指数和绿色分量进行归一化处理,得到该变化待测像元的遥感指数参数。

[0109] 作为一个可选的实施例,上述步骤中的,判断该变化待测像元的遥感指数参数是否在预设的时间段周期内出现变化,包括:

[0110] 将遥感指数参数分为多个级别;

[0111] 判断该变化待测像元在预设的时间段周期内的遥感指数参数的级别是否发生了变化。

[0112] 作为一个可选的实施例,上述步骤中的,确定该变化待测像元在时间段周期内的变化期数量,包括:

[0113] 确定该变化待测像元在时间段周期内的遥感指数参数的级别发生变化的时间段数量,得到该变化待测像元的变化期数量。

[0114] 作为一个可选的实施例,上述步骤中的,根据变化期数量,和预设的土地覆盖类型

变化检测方法,确定该变化待测像元为相对稳定像元或变化像元,包括:

[0115] 判断变化期数量是否为1,若否,则将该变化待测像元确定为变化像元;

[0116] 若是,则基于预设的土地覆盖类型变化检测方法,确定该变化待测像元为相对稳定像元或变化像元。

[0117] 作为一个可选的实施例,上述步骤中的,基于预设的土地覆盖类型变化检测方法,确定该变化待测像元为相对稳定像元或变化像元,包括:

[0118] 获取目标地表区域对应的时间段周期中的首尾两期的土地覆盖数据;

[0119] 使用3*3移动窗口来对首尾两期的土地覆盖数据的类型进行检测,判断土地覆盖数据中该变化待测像元的类型在变化期内是否有变化;

[0120] 若是,则确定该变化待测像元为变化像元;

[0121] 否则确定该变化待测像元为相对稳定像元。

[0122] 在一个具体的实施方案中,利用美国地质调查局对地资源观测科学中心(EROS-USGS)公开发布的Level-2/Tier-1级Landsat地表反射率产品。该产品已经过几何精校正(误差 $\leq 12\text{m}$)、辐射定标和大气校正(基于6S传输模型的LEDAPS算法)处理,一般可用于多时序分析。

[0123] 该方案中,获取主要和辅助数据源,并进行数据预处理后,主要研究通过像元变化检测建立多时序像元数据库,主要实现步骤如下:一、目视识别稳定/变化像元样本;二、基于遥感指数建立稳定像元识别模型;三、基于时间序列拟合算法划分变化像元的相对稳定期

[0124] 首先在研究区生成随机点,参考实地调查数据及高/中分辨率遥感影像通过目视解译获取稳定/变化像元样本。这一步只需要判断像元变化与否,而无需识别其地理属性,且城市区域便于实地验证。因此可以实现快速精准获取足够的样本,最多不超过一万个影像像元,且在研究区占比不超过5%。

[0125] 由于城市地区土地覆盖分布的异质性,中分辨率影像中大部分像元基本上由不透水表面、植被和土壤混合而成。因此,重点关注与这些关键地物相关的变化,采用不透水表面指数(NDISI)和缨帽变化绿度分量检测遥感中与人造地表和植被相关的像元变化。与归一化建筑和裸土指数(NDBSI)或其他与土壤或裸地有关的指数不同,NDISI显著排除了土壤变化的因素,而重点关注人造地表导致的像元光谱变化,可以通过以下公式计算:

$$[0126] \quad NDISI = \frac{\rho_{TIR} - [(MNDWI + \rho_{NIR} + \rho_{SWIR1}/3)]}{\rho_{TIR} + [(MNDWI + \rho_{NIR} + \rho_{SWIR1}/3)]};$$

[0127] 式中, ρ_{NIR} 、 ρ_{SWIR1} 和 ρ_{TIR} 分别是Landsat 8 OLI影像的第5、6和11波段,而其中MNDWI(改进的归一化水体指数)可以通过如下公式计算:

$$[0128] \quad MNDWI = \frac{\rho_{green} - \rho_{SWIR1}}{\rho_{green} + \rho_{SWIR1}};$$

[0129] 式中, ρ_{green} 和 ρ_{SWIR1} 分别是Landsat 8 OLI影像的第3和6波段。

[0130] 利用通过缨帽变换得到的绿度分量识别与植被相关的像元变化。缨帽变换是一种基于多光谱影像的线形转换,通过减少波段之间的相关性增强影像的物理特征。变换后得到的前几个分量与地表景观密切相关,其中绿度分量对植被的状态与变化高度敏感,被广

泛用于植被监测。对于Landsat 8OLI影像,缨帽变换的绿色分量通过以下公式计算得到:

$$[0131] \quad \text{Greenness} = -0.2941\rho_{\text{blue}} - 0.243\rho_{\text{green}} - 0.5424\rho_{\text{red}} + 0.7276\rho_{\text{NIR}} + 0.0713\rho_{\text{SWIR1}} - 0.1608\rho_{\text{SWIR2}};$$

[0132] 式中 ρ_{blue} 、 ρ_{green} 、 ρ_{red} 、 ρ_{NIR} 、 ρ_{SWIR1} 和 ρ_{SWIR2} 分别是Landsat 8OLI影像的第2至7波段。

[0133] 接下来将上述两个指标进行归一化处理,并分别将像元划分为十个级别。如果一个像元的NDISI和绿色分量的级别在整个研究期内都保持不变,则不具有变化期且被识别为稳定像元;而级别产生变化的时期则被定义为变化期。一个像元如果具有两个或以上的变化期则被识别为变化像元。然后利用土地覆盖数据判别有且只有一个变化期的像元类别。利用首尾两期的土地覆盖数据,使用3*3移动窗口来提高土地覆盖变化检测的灵敏度。

[0134] 在识别稳定像元、划分变化像元相对稳定期的基础上,即可对Landsat系列地表反射率影像进行重构,建立多时序像元数据库,逐年记录像元光谱的变化情况。

[0135] 利用开源的Cubis工具,将训练样本中分辨率影像各个波段反射率作为变量,将不透水密度作为自变量,建立分类与回归树模型用于估测整个研究区域的多时序不透水密度。其中,稳定像元的不透水密度在研究期内保持不变,因此,可以基于整个研究期影像的光谱反射率建立分类与回归树模型计算。而对于已经划定了变化期和相对稳定期的变化像元,其相对稳定期的不透水密度保持不变,与稳定像元类似。因此使用相应时期的影像光谱反射率估测不透水密度。而对于变化像元在变化期的不透水密度,则基于相应年度的影像反射率建立分类与回归树模型分别建模估测。从而得到整个研究区亚像元尺度的多时序人造地表变化分布。

[0136] 该方案所欲解决的现有技术的问题为:现有针对不透水面估测的亚像元方存在复合误差,在进行局部的多时序分析时往往也会出现和真实情况不符的异常变化。此外,固定的低时间分辨率也影响多时序监测的有效性,在绝大多数的已有研究中,城市化过程中暂时而剧烈的变化无法体现,如建筑工地、临时厂房的存废、城中村の拆建等等,而对于长期的改变来说,产生变化的确切时间点也难以得到确定。亚像元方法估测不透水面在多时序监测的局限性是制约其得到更广泛应用的关键障碍。对此,该方案通过以下关键点实现:

[0137] 一、通过变化检测算法分析多时序遥感影像,将影像像元划分为变化像元和稳定像元,并分析变化像元的光谱变化特征,划分相对稳定期;

[0138] 二、改变传统遥感方法针对单期影像分别建模估测的方法,而聚合所有的稳定像元及处于相对稳定期的变化像元,根据像元的变化情况重构多时序像元数据库。

[0139] 相应的,本发明的上述方案拥有以下优点:

[0140] 1. 本发明的方案能够实现亚像元级别的不透水面估测,在现有空间分辨率基础上深入分析像元内部的地物组成,能够更准确地反映不透水面的空间分布和变化;

[0141] 2. 本发明的方案能够综合利用分类与回归树和线性光谱混合分析两种算法的优势,通过误差分析和修正,消除或减小两种算法各自存在的缺陷和局限性,提高了不透水面估测的精度和稳定性;

[0142] 3. 本发明的方案能够适应不同类型和不同光谱特征的遥感影像,具有较强的通用性和适应性。

[0143] 本的方案的特色是,着眼于多时序不透水面监测误差产生的各关键因素,从偶然误差、系统误差到复合误差多方面入手,全面优化多时序不透水面监测的技术流程,提高监

测结果的可靠性。具体而言,本项目创新点如下:

[0144] 一、基于误差来源分析提出耦合优化方法,将减少CART模型系统误差,进一步提高现有的单期不透水面估测精度;

[0145] 二、对传统遥感影像数据集进行数据源重构,以多时序像元数据库为数据基础进行不透水面监测,不仅有效减少单期影像的噪音和异常像元,降低单期估测结果的偶然误差,还能避免多期结果叠加导致的复合误差,显著提高时间分辨率和监测精度,与不透水面变化的真实情况相符。

[0146] 本发明的方案基于客观的像元变化检测方法,改进了多时序不透水面的亚像元监测方法,相对于现有技术具有以下优点:

[0147] 一、该发明利用像元变化检测方法,无需大量辅助数据和繁琐人工操作,即可显著减少多时序复合误差,可以用于数据源有限的情况下城市人造地表的监测;

[0148] 二、对传统遥感影像数据集进行数据源重构,以多时序像元数据库为数据基础进行不透水面监测,不仅有效减少单期影像的噪音和异常像元,降低单期估测结果的偶然误差,还能避免多期结果叠加导致的复合误差,显著提高时间分辨率和监测精度,与不透水面变化的真实情况相符,为城市环境相关研究提供可靠的基础数据。

[0149] 实施例二

[0150] 请参阅图2,图2是本发明实施例公开的一种基于像元变化检测的估测算法优化装置的结构示意图。其中,图2所描述的基于像元变化检测的估测算法优化装置应用于数据处理芯片、处理终端或处理服务器(其中,该处理服务器可以为本地服务器或云服务器)中。如图2所示,该基于像元变化检测的估测算法优化装置可以包括:

[0151] 获取模块201,用于获取目标地表区域的多个时间段的训练样本影像;

[0152] 识别模块202,用于基于像元变化识别算法模型,从多个时间段的训练样本影像中识别出稳定像元和变化待测像元;

[0153] 检测模块203,用于基于像元变化期检测算法模型,从变化待测像元中检测出相对稳定像元和变化像元;

[0154] 第一聚合模块204,用于将所有稳定像元和相对稳定像元的波段反射率信息和对应的稳定时间段进行聚合,以得到稳定训练数据库;稳定训练数据库用于训练用于估测稳定时间段的目标地表区域的不透水密度参数的估测算法模型;

[0155] 第二聚合模块205,用于将同一变化时间段的所有变化像元的波段反射率信息进行聚合,以得到变化训练数据库;变化训练数据库用于训练用于估测对应的变化时间段的目标地表区域的不透水密度参数的估测算法模型。

[0156] 作为一个可选的实施例,识别模块基于像元变化识别算法模型,从多个时间段的训练样本影像中识别出稳定像元和变化待测像元的具体方式,包括:

[0157] 将多个时间段的训练样本影像输入至训练好的稳定像元识别机器学习模型中,以得到识别出的稳定像元;稳定像元识别机器学习模型通过包括有多个训练影像和对应的目测变化标注的训练数据集训练得到;

[0158] 将训练样本影像中除稳定像元外的确定为变化待测像元。

[0159] 作为一个可选的实施例,检测模块203基于像元变化期检测算法模型,从变化待测像元中检测出相对稳定像元和变化像元的具体方式,包括:

- [0160] 对于任一变化待测像元,计算该变化待测像元的遥感指数参数;
- [0161] 判断该变化待测像元的遥感指数参数是否在预设的时间段周期内出现变化;
- [0162] 若没有,则将该变化待测像元确定为相对稳定像元;
- [0163] 若有,则确定该变化待测像元在时间段周期内的变化期数量;
- [0164] 根据变化期数量,和预设的土地覆盖类型变化检测方法,确定该变化待测像元为相对稳定像元或变化像元。
- [0165] 作为一个可选的实施例,检测模块203计算该变化待测像元的遥感指数参数的具体方式,包括:
- [0166] 计算该变化待测像元的NDISI指数;
- [0167] 计算该变化待测像元的缨帽变换的绿色分量;
- [0168] 将该变化待测像元的NDISI指数和绿色分量进行归一化处理,得到该变化待测像元的遥感指数参数。
- [0169] 作为一个可选的实施例,检测模块203判断该变化待测像元的遥感指数参数是否在预设的时间段周期内出现变化的具体方式,包括:
- [0170] 将遥感指数参数分为多个级别;
- [0171] 判断该变化待测像元在预设的时间段周期内的遥感指数参数的级别是否发生了变化。
- [0172] 作为一个可选的实施例,检测模块203确定该变化待测像元在时间段周期内的变化期数量的具体方式,包括:
- [0173] 确定该变化待测像元在时间段周期内的遥感指数参数的级别发生变化的时间段数量,得到该变化待测像元的变化期数量。
- [0174] 作为一个可选的实施例,检测模块203根据变化期数量,和预设的土地覆盖类型变化检测方法,确定该变化待测像元为相对稳定像元或变化像元的具体方式,包括:
- [0175] 判断变化期数量是否为1,若否,则将该变化待测像元确定为变化像元;
- [0176] 若是,则基于预设的土地覆盖类型变化检测方法,确定该变化待测像元为相对稳定像元或变化像元。
- [0177] 作为一个可选的实施例,检测模块203基于预设的土地覆盖类型变化检测方法,确定该变化待测像元为相对稳定像元或变化像元的具体方式,包括:
- [0178] 获取目标地表区域对应的时间段周期中的首尾两期的土地覆盖数据;
- [0179] 使用3*3移动窗口来对首尾两期的土地覆盖数据的类型进行检测,判断土地覆盖数据中该变化待测像元的类型在变化期内是否有变化;
- [0180] 若是,则确定该变化待测像元为变化像元;
- [0181] 否则确定该变化待测像元为相对稳定像元。
- [0182] 实施例三
- [0183] 请参阅图3,图3是本发明实施例公开的又一种基于像元变化检测的估测算法优化装置。图3所描述的基于像元变化检测的估测算法优化装置应用于数据处理芯片、处理终端或处理服务器(其中,该处理服务器可以为本地服务器或云服务器)中。如图3所示,该基于像元变化检测的估测算法优化装置可以包括:
- [0184] 存储有可执行程序代码的存储器301;

[0185] 与存储器301耦合的处理器302;

[0186] 其中,处理器302调用存储器301中存储的可执行程序代码,用于执行实施例一所描述的基于像元变化检测的估测算法优化方法的步骤。

[0187] 实施例四

[0188] 本发明实施例公开了一种计算机读存储介质,其存储用于电子数据交换的计算机程序,其中,该计算机程序使得计算机执行实施例一所描述的基于像元变化检测的估测算法优化方法的步骤。

[0189] 实施例五

[0190] 本发明实施例公开了一种计算机程序产品,该计算机程序产品包括存储了计算机程序的非瞬时性计算机可读存储介质,且该计算机程序可操作来使计算机执行实施例一所描述的基于像元变化检测的估测算法优化方法的步骤。

[0191] 上述对本说明书特定实施例进行了描述,其它实施例在所附权利要求书的范围内。在一些情况下,在权利要求书中记载的动作或步骤可以按照不同于实施例中的顺序来执行并且仍然可以实现期望的结果。另外,附图中描绘的过程不一定必须按照示出的特定顺序或者连续顺序才能实现期望的结果。在某些实施方式中,多任务处理和并行处理也是可以的或者可能是有利的。

[0192] 本说明书中的各个实施例均采用递进的方式描述,各个实施例之间相同相似的部分互相参见即可,每个实施例重点说明的都是与其他实施例的不同之处。尤其,对于装置、设备、非易失性计算机可读存储介质实施例而言,由于其基本相似于方法实施例,所以描述的比较简单,相关之处参见方法实施例的部分说明即可。

[0193] 本说明书实施例提供的装置、设备、非易失性计算机可读存储介质与方法是对应的,因此,装置、设备、非易失性计算机存储介质也具有与对应方法类似的有益技术效果,由于上面已经对方法的有益技术效果进行了详细说明,因此,这里不再赘述对应装置、设备、非易失性计算机存储介质的有益技术效果。

[0194] 在20世纪90年代,对于一个技术的改进可以很明显地区分是硬件上的改进(例如,对二极管、晶体管、开关等电路结构的改进)还是软件上的改进(对于方法流程的改进)。然而,随着技术的发展,当今的很多方法流程的改进已经可以视为硬件电路结构的直接改进。设计人员几乎都通过将改进的方法流程编程到硬件电路中来得到相应的硬件电路结构。因此,不能说一个方法流程的改进就不能用硬件实体模块来实现。例如,可编程逻辑器件(Programmable Logic Device,PLD)(例如现场可编程门阵列(Field Programmable GateArray,FPGA))就是这样一种集成电路,其逻辑功能由用户对器件编程来确定。由设计人员自行编程来把一个数字系统“集成”在一片PLD上,而不需要请芯片制造厂商来设计和制作专用的集成电路芯片。而且,如今,取代手工地制作集成电路芯片,这种编程也多半改用“逻辑编译器(logic compiler)”软件来实现,它与程序开发撰写时所用的软件编译器相类似,而要编译之前的原始代码也得用特定的编程语言来撰写,此称之为硬件描述语言(Hardware Description Language,HDL),而HDL也并非仅有一种,而是有许多种,如ABEL(Advanced Boolean Expression Language)、AHDL(Altera Hardware Description Language)、Confluence、CUPL(Cornell University Programming Language)、HDCal、JHDL(Java Hardware Description Language)、Lava、Lola、MyHDL、

PALASM、RHDL (RubyHardware Description Language) 等,目前最普遍使用的是VHDL (Very-High-SpeedIntegrated Circuit Hardware Description Language) 与Verilog。本领域技术人员也应该清楚,只需要将方法流程用上述几种硬件描述语言稍作逻辑编程并编程到集成电路中,就可以很容易得到实现该逻辑方法流程的硬件电路。

[0195] 控制器可以按任何适当的方式实现,例如,控制器可以采取例如微处理器或处理器以及存储可由该(微)处理器执行的计算机可读程序代码(例如软件或固件)的计算机可读介质、逻辑门、开关、专用集成电路(Application Specific Integrated Circuit, ASIC)、可编程逻辑控制器和嵌入微控制器的形式,控制器的例子包括但不限于以下微控制器:ARC 625D、Atmel AT91SAM、Microchip PIC18F26K20以及Silicone Labs C8051F320,存储器控制器还可以被实现为存储器的控制逻辑的一部分。本领域技术人员也知道,除了以纯计算机可读程序代码方式实现控制器以外,完全可以通过将方法步骤进行逻辑编程来使得控制器以逻辑门、开关、专用集成电路、可编程逻辑控制器和嵌入微控制器等的形式来实现相同功能。因此这种控制器可以被认为是一种硬件部件,而对其内包括的用于实现各种功能的装置也可以视为硬件部件内的结构。或者甚至,可以将用于实现各种功能的装置视为既可以是实现方法的软件模块又可以是硬件部件内的结构。

[0196] 上述实施例阐明的系统、装置、模块或单元,具体可以由计算机芯片或实体实现,或者由具有某种功能的产品来实现。一种典型的实现设备为计算机。具体的,计算机例如可以为个人计算机、膝上型计算机、蜂窝电话、相机电话、智能电话、个人数字助理、媒体播放器、导航设备、电子邮件设备、游戏控制台、平板计算机、可穿戴设备或者这些设备中的任何设备的组合。

[0197] 为了描述的方便,描述以上装置时以功能分为各种单元分别描述。当然,在实施本说明书时可以把各单元的功能在同一个或多个软件和/或硬件中实现。

[0198] 本领域内的技术人员应明白,本说明书实施例可提供为方法、系统、或计算机程序产品。因此,本说明书实施例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,本说明书实施例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。

[0199] 本说明书是参照根据本说明书实施例的方法、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。

[0200] 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。

[0201] 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

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。

[0202] 在一个典型的配置中,计算设备包括一个或多个处理器(CPU)、输入/输出接口、网络接口和内存。

[0203] 内存可能包括计算机可读介质中的非永久性存储器,随机存取存储器(RAM)和/或非易失性内存等形式,如只读存储器(ROM)或闪存(flash RAM)。内存是计算机可读介质的示例。

[0204] 计算机可读介质包括永久性和非永久性、可移动和非可移动媒体可以由任何方法或技术来实现信息存储。信息可以是计算机可读指令、数据结构、程序的模块或其他数据。计算机的存储介质的例子包括,但不限于相变内存(PRAM)、静态随机存取存储器(SRAM)、动态随机存取存储器(DRAM)、其他类型的随机存取存储器(RAM)、只读存储器(ROM)、电可擦除可编程只读存储器(EEPROM)、快闪记忆体或其他内存技术、只读光盘只读存储器(CD-ROM)、数字多功能光盘(DVD)或其他光学存储、磁盒式磁带,磁带式磁盘存储或其他磁性存储设备或任何其他非传输介质,可用于存储可以被计算设备访问的信息。按照本文中的界定,计算机可读介质不包括暂存电脑可读媒体(transitory media),如调制的数据信号和载波。

[0205] 还需要说明的是,术语“包括”、“包含”或者其任何其他变体意在涵盖非排他性的包含,从而使得包括一系列要素的过程、方法、商品或者设备不仅包括那些要素,而且还包括没有明确列出的其他要素,或者是还包括为这种过程、方法、商品或者设备所固有的要素。在没有更多限制的情况下,由语句“包括一个……”限定的要素,并不排除在包括所述要素的过程、方法、商品或者设备中还存在另外的相同要素。

[0206] 本说明书可以在由计算机执行的计算机可执行指令的一般上下文中描述,例如程序模块。一般地,程序模块包括执行特定任务或实现特定抽象数据类型的例程、程序、对象、组件、数据结构等等。也可以在分布式计算环境中实践本说明书,在这些分布式计算环境中,由通过通信网络而被连接的远程处理设备来执行任务。在分布式计算环境中,程序模块可以位于包括存储设备在内的本地和远程计算机存储介质中。

[0207] 本说明书中的各个实施例均采用递进的方式描述,各个实施例之间相同相似的部分互相参见即可,每个实施例重点说明的都是与其他实施例的不同之处。尤其,对于系统实施例而言,由于其基本相似于方法实施例,所以描述的比较简单,相关之处参见方法实施例的部分说明即可。

[0208] 最后应说明的是:本发明实施例公开的一种基于像元变化检测的估测算法优化方法及装置所揭露的仅为本发明较佳实施例而已,仅用于说明本发明的技术方案,而非对其限制;尽管参照前述实施例对本发明进行了详细的说明,本领域的普通技术人员应当理解;其依然可以对前述各项实施例所记载的技术方案进行修改,或者对其中部分技术特征进行等同替换;而这些修改或替换,并不使相应的技术方案的本质脱离本发明各项实施例技术方案的精神和范围。

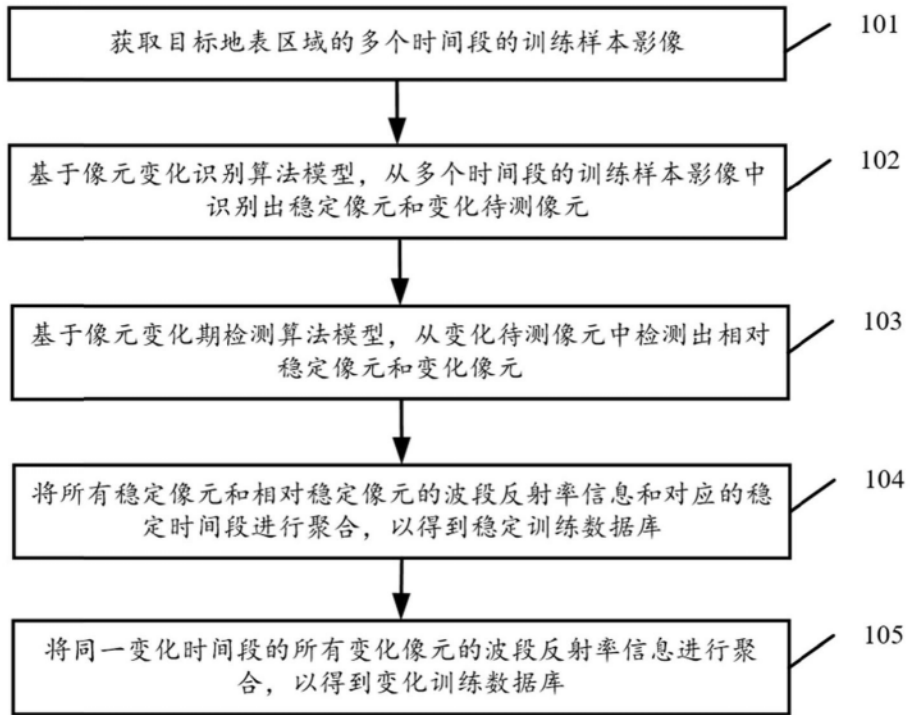


图1

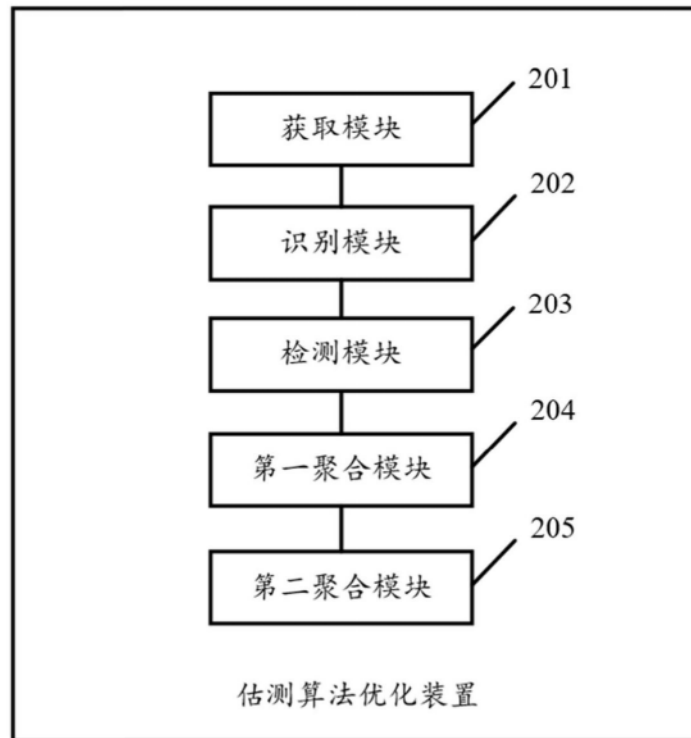


图2

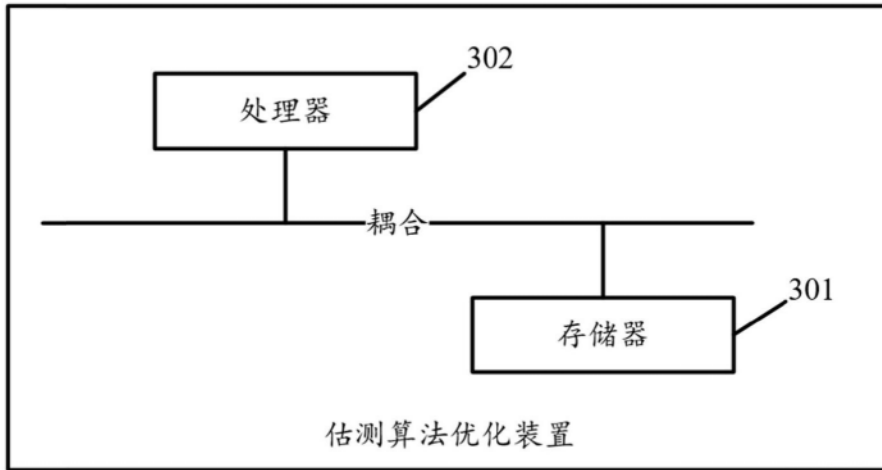


图3