



# (12)发明专利

(10)授权公告号 CN 106295221 B

(45)授权公告日 2019.08.16

(21)申请号 201610697562.5

(22)申请日 2016.08.19

(65)同一申请的已公布的文献号  
申请公布号 CN 106295221 A

(43)申请公布日 2017.01.04

(73)专利权人 中国科学院遥感与数字地球研究所

地址 100101 北京市朝阳区大屯路甲20号  
北

(72)发明人 王树东

(74)专利代理机构 北京路浩知识产权代理有限公司 11002

代理人 李相雨

(51)Int.Cl.  
G06K 9/62(2006.01)

(56)对比文件  
CN 104915954 A,2015.09.16,  
Jon Atli Benediktsson等.

“Classification and feature extraction for remote sensing images from urban areas based on morphological

transformations”.《IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing》.2003,第41卷(第9期),第1940-1949页.

Shudong Wang等.“A Simple Enhanced Water Index (EWI) for Percent Surface Water Estimation Using Landsat Data”.《IEEE Journal of Selected Topics in Applied Earth Observations and Remote Sensing》.2015,第8卷(第1期),第90-97页.

郭鹏等.“MODIS影像水体监测方法研究进展”.《气象科技》.2012,第40卷(第6期),第869-873,901页.

Yujuan Wang等.“Using a Remote Sensing Driven Model to Analyze Effect of Land Use on Soil Moisture in the Weihe River Basin,Chin”.《IEEE Journal of Selected Topics in Applied Earth Observations and Remote Sensing》.2014,第7卷(第9期),第3892-3902页.

全彩荣等.“基于MODIS数据的西台吉乃尔盐湖水体提取及水域面积的监测”.《盐湖研究》.2008,第16卷(第4期),第27-31页.

审查员 张博

权利要求书3页 说明书8页 附图1页

## (54)发明名称

一种城市水体类别提取方法和系统

## (57)摘要

本发明公开了一种城市水体类别提取方法和系统,将预设城市区域的下垫面划分为高反射下垫面、低反射下垫面和中反射下垫面后,通过波段差方均值、冰面遥感指数、水体监测指数等参数的计算,综合识别与区分不同时间点的冰、水的面积,进而减少阴影、柏油路等地反射下垫面对水体信息提取的影响,更加有助于水体类别精确的划分。由于划分过程中考虑了时间因素的影响,使得水体识别的结果更加客观和精准。



1. 一种城市水体类别提取方法,其特征在于,包括:

S1:根据预设城市区域对应的下垫面的特征波段的反射率,计算特征光谱累积指数,根据所述下垫面在不同季节的时间点对所述特征波段的反射率计算波段差方均值,根据所述特征光谱累积指数将所述下垫面划分为高反射下垫面、低反射下垫面和中反射下垫面;

S2:根据所述高反射下垫面的波段差方均值和冰面指数,以及预设的冰面指数阈值,划分出所述高反射下垫面为冰面的部分;

S3:根据所述低反射下垫面的波段差方均值,划分出所述低反射下垫面中的非水体区域,计算除结冰期外的时间点的水体区域的水体监测指数,划分出所述水体区域中有水体覆盖区域和无水覆盖区域;

S4:获取所述有水体覆盖区域在不同季节的时间点中的水面面积,若存在水面面积为零的时间小于第一预设天数,则判定为季节性水体,若水面面积不为零的连续时间小于第二预设天数,则判定为临时性水体,若不存在水面面积为零的时间点或者存在水面面积为零的时间点且判断为冰面,则判定为固定水体。

2. 根据权利要求1中所述的方法,其特征在于,所述步骤S1包括:

S11:根据预设城市区域对应的下垫面的特征波段的反射率,根据公式

$$SAC = \sum_{i=1}^n R_i^2$$

计算特征光谱累积指数;

S12:根据所述下垫面在不同季节的时间点的所述特征波段反射率,按照公式

$$SMAD = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (R_{S_{ai}} - R_{S_{bi}})^2$$

计算波段差方均值;

S13:若 $SAC \leq T_m$ ,则判定为低反射下垫面,若 $SAC \geq T_h$ ,则判定为高反射下垫面,若 $T_h > SAC > T_m$ ,则判定为中反射下垫面;

其中,SAC为特征光谱累积指数, $R_i$ 为特征波段反射率, $n$ 为所选择的特征波段数,SMAD为波段差方均值, $R_{S_{ai}}$ 为第一时间点a波段i的反射率, $R_{S_{bi}}$ 为第二时间点b波段i的反射率, $T_m$ 和 $T_h$ 为预设的阈值。

3. 根据权利要求2中所述的方法,其特征在于,所述步骤S2包括:

若所述高反射下垫面上的波段差方均值满足 $SMAD \geq h$ ,且通过遥感测量得到的所述高反射下垫面的冰面指数满足 $ICI \geq e$ ,则判定所述高反射下垫面为冰面;

其中, $ICI = (B_{green} - B_{swir}) / (B_{green} + B_{swir})$ ,ICI为冰面指数, $B_{green}$ 为绿波段反射率, $B_{swir}$ 为短波红外反射率, $h$ 和 $e$ 为预设的阈值。

4. 根据权利要求3中所述的方法,其特征在于,所述步骤S3包括:

在所述低反射下垫面中,若满足 $SMAD < m$ ,则判定所述低反射下垫面为非水体区域, $m$ 为预设的阈值;

根据公式

$$EWI = (B_{green} - B_{swir} + a') / [(B_{green} + B_{swir}) \cdot (b' + NDVI)]$$

$$NDVI = (B_{nir} - B_{red}) / (B_{nir} + B_{red})$$

$$WDI = EW_{i'} - EW_{w_{i'}}$$

计算除结冰期外的时间点的水体监测指数WDI,若满足 $WDI < f$ 则判定为有水覆盖区域,若满足 $WDI \geq f$ 则判定为无水覆盖区域;

其中, $a'$ 和 $b'$ 为调节系数, $EW_{w_{i'}}$ 为水体覆盖情况下低反射区域的EWI值; $EW_{i'}$ 为同一位置地物时间点 $i'$ 的EWI值; $f$ 为预设的阈值; $i'$ 为时间点, $B_{nir}$ 为近红外波段的反射率, $B_{red}$ 为红波段的反射率。

5. 根据权利要求4中所述的方法,其特征在于,所述步骤S4包括:

若所述获取所述有水覆盖区域在不同季节的时间点中,若存在 $|t_i - t_j|$ 时间段内,满足 $WDI < f$ ,且不同季节的时间点 $t_i$ 和 $t_j$ 的水面面积满足 $SW_{t_i} = 0, SW_{t_j} = 0$ ,水体存在的时间间隔 $g < |t_i - t_j| \leq p$ ,或在 $|t_i - t_j|$ 时间段之外的时间点中存在 $WDI \geq f$ ,或者 $ICI < e$ 中的至少一种情况,则判定为季节性水体;

若存在 $|t_i - t_j|$ 时间段内,满足 $WDI < f$ ,不同季节的时间点 $t_i$ 和 $t_j$ 的水面面积满足 $SW_{t_i} = 0, SW_{t_j} = 0$ ,水体存在的时间间隔 $0 < |t_i - t_j| \leq g$ ,则判定 $|t_i - t_j|$ 时间段内为临时性水体;

若在所有时间点均满足 $SW_{t_i} \neq 0, SW_{t_j} \neq 0$ 或 $ICI \neq 0$ ,则判定为固定水体;

其中, $SW_{t_i}$ 为预设时间点 $t_i$ 的水面面积; $SW_{t_j}$ 为预设时间点 $t_j$ 的水面面积; $g$ 和 $p$ 为预设的阈值; $t_i$ 和 $t_j$ 为时间点。

6. 一种城市水体类别提取系统,其特征在于,包括:

第一识别模块,用于根据预设城市区域对应的下垫面的特征波段的反射率,计算特征光谱累积指数,根据所述下垫面在不同季节的时间点对所述特征波段的反射率计算波段差方均值,根据所述特征光谱累积指数将所述下垫面划分为高反射下垫面、低反射下垫面和中反射下垫面;

第二识别模块,用于根据所述高反射下垫面的波段差方均值和冰面指数,以及预设的冰面指数阈值,划分出所述高反射下垫面为冰面的部分;

第三识别模块,用于根据所述低反射下垫面的波段差方均值,划分出所述低反射下垫面中的非水体区域,计算除结冰期外的时间点的水体区域的水体监测指数,划分出所述水体区域中有水体覆盖区域和无水覆盖区域;

第四识别模块,用于获取所述有水覆盖区域在不同季节的时间点中的水面面积,若存在水面面积为零的时间小于第一预设天数,则判定为季节性水体,若水面面积不为零的连续时间小于第二预设天数,则判定为临时性水体,若不存在水面面积为零的时间点或者存在水面面积为零的时间点且判断为冰面,则判定为固定水体。

7. 根据权利要求6中所述的系统,其特征在于,所述第一识别模块包括:

第一计算单元,用于根据预设城市区域对应的下垫面的特征波段的反射率,根据公式

$$SAC = \sum_{i=1}^n R_i^2$$

计算特征光谱累积指数;

第二计算单元,用于根据所述下垫面在不同季节的时间点的所述特征波段的反射率,按照公式

$$SMAD = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (RS_{ai} - RS_{bi})^2$$

计算波段差方均值；

判定单元,用于若 $SAC \leq T_m$ ,则判定为低反射下垫面,若 $SAC \geq T_h$ ,则判定为高反射下垫面,若 $T_h \geq SAC \geq T_m$ ,则判定为中反射下垫面；

其中, $SAC$ 为特征光谱累积指数, $R_i$ 为特征波段反射率, $n$ 为所选择的特征波段数, $SMAD$ 为波段差方均值, $RS_{ai}$ 为第一时间点 $a$ 波段 $i$ 的反射率, $RS_{bi}$ 为第二时间点 $b$ 波段 $i$ 的反射率, $T_m$ 和 $T_h$ 为预设的阈值。

8. 根据权利要求7中所述的系统,其特征在于,所述第二识别模块还用于若所述高反射下垫面上的波段差方均值满足 $SMAD \geq h$ ,且通过遥感测量得到的所述高反射下垫面的冰面指数满足 $ICI \geq e$ ,则判定所述高反射下垫面为冰面；

其中, $ICI = (B_{green} - B_{swir}) / (B_{green} + B_{swir})$ , $ICI$ 为冰面指数, $B_{green}$ 为绿波段反射率, $B_{swir}$ 为短波红外反射率, $h$ 和 $e$ 为预设的阈值。

9. 根据权利要求8中所述的系统,其特征在于,所述第三识别模块还用于在所述低反射下垫面中,若满足 $SMAD < m$ ,则判定所述低反射下垫面为非水体区域, $m$ 为预设的阈值；

根据公式

$$EWI = (B_{green} - B_{swir} + a') / [(B_{green} + B_{swir}) \cdot (b' + NDVI)]$$

$$NDVI = (B_{nir} - B_{red}) / (B_{nir} + B_{red})$$

$$WDI = EWI_{i'} - EWI_{wi'}$$

计算除结冰期外的时间点的水体监测指数 $WDI$ ,若满足 $WDI < f$ 则判定为有水体覆盖区域,若满足 $WDI \geq f$ 则判定为无水覆盖区域；

其中, $a'$ 和 $b'$ 为调节系数, $EWI_{wi'}$ 为水体覆盖情况下低反射区域的 $EWI$ 值; $EWI_{i'}$ 为同一位置地物时间点 $i'$ 的 $EWI$ 值; $f$ 为预设的阈值; $i'$ 为时间点, $B_{nir}$ 为近红外波段的反射率, $B_{red}$ 为红波段的反射率。

10. 根据权利要求9中所述的系统,其特征在于,所述第四识别模块还用于若所述获取所述有水体覆盖区域在不同季节的时间点中,若存在 $|t_i - t_j|$ 时间段内,满足 $WDI < f$ ,且不同季节的时间点 $t_i$ 和 $t_j$ 的水面面积满足 $SW_{t_i} = 0, SW_{t_j} = 0$ ,水体存在的时间间隔 $g < |t_i - t_j| \leq p$ ,或在 $|t_i - t_j|$ 时间段之外的时间点中存在 $WDI \geq f$ ,或者 $ICI < e$ 中的至少一种情况,则判定为季节性水体；

若存在 $|t_i - t_j|$ 时间段内,满足 $WDI < f$ ,不同季节的时间点 $t_i$ 和 $t_j$ 的水面面积满足 $SW_{t_i} = 0, SW_{t_j} = 0$ ,水体存在的时间间隔 $0 < |t_i - t_j| \leq g$ ,则判定 $|t_i - t_j|$ 时间段内为临时性水体；

若在所有时间点均满足 $SW_{t_i} \neq 0, SW_{t_j} \neq 0$ 或 $ICI \neq 0$ ,则判定为固定水体；

其中, $SW_{t_i}$ 为预设时间点 $t_i$ 的水面面积; $SW_{t_j}$ 为预设时间点 $t_j$ 的水面面积; $g$ 和 $p$ 为预设的阈值; $t_i$ 和 $t_j$ 为时间点。

## 一种城市水体类别提取方法和系统

### 技术领域

[0001] 本发明属于遥感技术领域,具体涉及一种城市水体类别提取方法和系统。

### 背景技术

[0002] 在干旱半干旱地区,受季节性降水、洪水等影响,常出现城市河流或湖泊等水体发生断流和洪水漫溢等现象。按照水体存在的状态可以分为固定水体(固定河道),季节性水体和临时性水体三种。水体可以起到维持河道的生物多样性、维持河岸植被生长、提高景观丰度、稳定的供给生产或景观用水、降温增湿等作用,然而由于水体存在的时间差异导致其生态系统服务功能和造成的影响具有明显的差异,如临时性水体可能由于城市洪水满溢导致除河流、湖泊以外,淹没的情况。

[0003] 城市下垫面包括屋顶、道路、水体、植被、土壤等,在此基础上又可以细分,比如道路分为柏油路、水泥路和土路等,屋顶分为柏油屋顶、混凝土、水泥、其他各种人工复合材料等,加之以上地物产生阴影的影响,因此城市下垫面高度复杂,导致城市水体类别具有一定的挑战性。城市水体信息的提取对于城市水体管理、防灾减灾、水资源评估无疑具有重要的意义。

[0004] 目前水体的研究和应用中,大多集中在某时间点的水体的识别上,忽视了水体在不同的时间(或季节)由于降水、干旱、分水等导致河流水体干涸、亏缺等水体状态,因此不能更加客观、有效的识别水体类型。

### 发明内容

[0005] 本发明所解决的技术问题是如何客观科学的识别水体类型,针对这一技术问题,本发明提供了一种水体类别提取方法,包括:

[0006] S1:根据预设城市区域对应的下垫面的特征波段的反射率,计算特征光谱累积指数,根据所述下垫面在不同季节的时间点对所述特征波的反射率计算波段差方均值,根据所述特征光谱累积指数将所述下垫面划分为高反射下垫面、低反射下垫面和中反射下垫面;

[0007] S2:根据所述高反射下垫面的波段差方均值和冰面指数,以及预设的冰面指数阈值,划分出所述高反射下垫面为冰面的部分;

[0008] S3:根据所述低反射下垫面的波段差方均值,划分出所述低反射下垫面中的非水体区域,计算除结冰期外的时间点的水体区域的水体监测指数,划分出所述水体区域中有水体覆盖区域和无水覆盖区域;

[0009] S4:获取所述有水体覆盖区域在不同季节的时间点中的水面面积,若存在水面面积为零的时间小于第一预设天数,则判定为季节性水体,若水面面积不为零的连续时间小于第二预设天数,则判定为临时性水体,若不存在水面面积为零的时间点或者存在水面面积为零的时间点且判断为冰面,则判定为固定水体。

[0010] 优选地,所述步骤S1包括:

[0011] S11:根据预设城市区域对应的下垫面的特征波段的反射率,根据公式

$$[0012] \quad SAC = \sum_{i=1}^n R_i^2$$

[0013] 计算特征光谱累积指数;

[0014] S12:根据所述下垫面在不同季节的时间点的所述特征波段的反射率,按照公式

$$[0015] \quad SMAD = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (RS_{ai} - RS_{bi})^2$$

[0016] 计算波段差方均值;

[0017] S13:若 $SAC \leq T_m$ ,则判定为低反射下垫面,若 $SAC \geq T_h$ ,则判定为高反射下垫面,若 $T_h \geq SAC \geq T_m$ ,则判定为中反射下垫面;

[0018] 其中, $SAC$ 为特征光谱累积指数, $R_i$ 为特征波段反射率, $n$ 为所选择的特征波段数, $SMAD$ 为波段差方均值, $RS_{ai}$ 为第一时间点 $a$ 波段 $i$ 的反射率, $RS_{bi}$ 为第二时间点 $b$ 波段 $i$ 的反射率, $T_m$ 和 $T_h$ 为预设的阈值。

[0019] 优选地,所述步骤S2包括:

[0020] 若所述高反射下垫面上的波段差方均值满足 $SMAD \geq h$ ,且通过遥感测量得到的所述高反射下垫面的冰面指数满足 $ICI \geq e$ ,则判定所述高反射下垫面为冰面;

[0021] 其中, $ICI = (B_{green} - B_{swir}) / (B_{green} + B_{swir})$ , $ICI$ 为冰面指数, $B_{green}$ 为绿或红波段反射率, $B_{swir}$ 为短波红外反射率, $h$ 和 $e$ 为预设的阈值。

[0022] 优选地,所述步骤S3包括:

[0023] 在所述低反射下垫面中,若满足 $SMAD < m$ ,则判定所述低反射下垫面为非水体区域, $m$ 为预设的阈值;

[0024] 根据公式

$$[0025] \quad EWI = (B_{green} - B_{swir} + a') / [(B_{green} + B_{swir}) \cdot (b' + NDVI)]$$

$$[0026] \quad NDVI = (B_{nir} - B_{red}) / (B_{nir} + B_{red})$$

$$[0027] \quad WDI = EWI_{i'} - EWI_{wi'}$$

[0028] 计算除结冰期外的时间点的水体监测指数 $WDI$ ,若满足 $WDI < f$ 则判定为有水体覆盖区域,若满足 $WDI \geq f$ 则判定为无水覆盖区域;

[0029] 其中, $a'$ 和 $b'$ 为调节系数, $EWI_{wi'}$ 为水体覆盖情况下低反射区域的 $EWI$ 值; $EWI_{i'}$ 为同一位置地物时间点 $i'$ 的 $EWI$ 值; $f$ 为预设的阈值; $i'$ 为时间点, $B_{nir}$ 为近红外波段的反射率, $B_{red}$ 为红波段的反射率。

[0030] 优选地,所述步骤S4包括:

[0031] 若所述获取所述有水体覆盖区域在不同季节的时间点中,若存在 $|t_i - t_j|$ 时间段内,满足 $WDI < f$ ,且不同季节的时间点 $t_i$ 和 $t_j$ 的水面面积满足 $SW_{t_i} = 0, SW_{t_j} = 0$ ,水体存在的时间间隔 $g < |t_i - t_j| \leq p$ ,或在 $|t_i - t_j|$ 时间段之外的时间点中存在 $WDI \geq f$ ,或者 $ICI < e$ 中的至少一种情况,则判定为季节性水体;

[0032] 若存在 $|t_i - t_j|$ 时间段内,满足 $WDI < f$ ,不同季节的时间点 $t_i$ 和 $t_j$ 的水面面积满足 $SW_{t_i} = 0, SW_{t_j} = 0$ ,水体存在的时间间隔 $0 < |t_i - t_j| \leq g$ ,则判定 $|t_i - t_j|$ 时间段内为临时性水体;

[0033] 若在所有时间点均满足 $SW_{t_i} \neq 0$ ,  $SW_{t_j} \neq 0$ 或 $ICI \neq 0$ , 则判定为固定水体;

[0034] 其中,  $SW_{t_i}$ 为预设时间点 $t_i$ 的水面面积;  $SW_{t_j}$ 为预设时间点 $t_j$ 的水面面积;  $g$ 和 $p$ 为预设的阈值;  $t_i$ 和 $t_j$ 为时间点。

[0035] 另一方面, 本发明还提供一种城市水体类别提取系统, 包括:

[0036] 第一识别模块, 用于根据预设城市区域对应的下垫面的特征波段的反射率, 计算特征光谱累积指数, 根据所述下垫面在不同季节的时间点对所述特征波的反射率计算波段差方均值, 根据所述特征光谱累积指数将所述下垫面划分为高反射下垫面、低反射下垫面和中反射下垫面;

[0037] 第二识别模块, 用于根据所述高反射下垫面的波段差方均值和冰面指数, 以及预设的冰面指数阈值, 划分出所述高反射下垫面为冰面的部分;

[0038] 第三识别模块, 用于根据所述低反射下垫面的波段差方均值, 划分出所述低反射下垫面中的非水体区域, 计算除结冰期外的时间点的水体区域的水体监测指数, 划分出所述水体区域中有水体覆盖区域和无水覆盖区域;

[0039] 第四识别模块, 用于获取所述有水体覆盖区域在不同季节的时间点中的水面面积, 若存在水面面积为零的时间点, 则判定为季节性水体, 若水面面积不为零的连续时间小于预设天数, 则判定为临时性水体, 若不存在水面面积为零的时间点或者存在水面面积为零的时间点且判断为冰面, 则判定为固定水体。

[0040] 优选地, 所述第一识别模块包括:

[0041] 第一计算单元, 用于根据预设城市区域对应的下垫面对特征光谱中的特征波的反射率, 根据公式

$$[0042] \quad SAC = \sum_{i=1}^n R_i^2$$

[0043] 计算特征光谱累积指数;

[0044] 第二计算单元, 用于根据所述下垫面在不同季节的时间点对所述特征波的反射率, 按照公式

$$[0045] \quad SMAD = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (RS_{ai} - RS_{bi})^2$$

[0046] 计算波段差方均值;

[0047] 判定单元, 用于若 $SAC \leq T_m$ , 则判定为低反射下垫面, 若 $SAC \geq T_h$ , 则判定为高反射下垫面, 若 $T_h \geq SAC \geq T_m$ , 则判定为中反射下垫面;

[0048] 其中,  $SAC$ 为特征光谱累积指数,  $R_i$ 为特征波段反射率,  $n$ 为所选择的特征波段数,  $SMAD$ 为波段差方均值,  $RS_{ai}$ 为第一时间点 $a$ 波段 $i$ 的反射率,  $RS_{bi}$ 为第二时间点 $b$ 波段 $i$ 的反射率,  $T_m$ 和 $T_h$ 为预设的阈值。

[0049] 优选地, 所述第二识别模块还用于若所述高反射下垫面上的波段差方均值满足 $SMAD \geq h$ , 且通过遥感测量得到的所述高反射下垫面的冰面指数满足 $ICI \geq e$ , 则判定所述高反射下垫面为冰面;

[0050] 其中,  $ICI = (B_{green} - B_{swir}) / (B_{green} + B_{swir})$ ,  $ICI$ 为冰面指数,  $B_{green}$ 为绿或红波段反射率,  $B_{swir}$ 为短波红外反射率,  $e$ 为冰面指数的阈值。

[0051] 优选地,所述第三识别模块还用于在所述低反射下垫面中,若满足 $SMAD < m$ ,则判定所述低反射下垫面为非水体区域;

[0052] 根据公式

$$[0053] \quad EWI = (B_{green} - B_{swir} + a') / [(B_{green} + B_{swir}) \cdot (b' + NDVI)]$$

$$[0054] \quad NDVI = (B_{nir} - B_{red}) / (B_{nir} + B_{red})$$

$$[0055] \quad WDI = EWI_{i'} - EWI_{wi'}$$

[0056] 计算其它时间点的水体区域的水体监测指数WDI,若满足 $WDI < f$ 则判定为有水体覆盖区域,若满足 $WDI \geq f$ 则判定为无水覆盖区域;

[0057] 其中, $a'$ 和 $b'$ 为调节系数, $EWI_{wi'}$ 为水体覆盖情况下低反射区域的EWI值; $EWI_{i'}$ 为同一位置地物时间点 $i'$ 的EWI值; $f$ 为预设的阈值; $i'$ 为时间点, $B_{nir}$ 为近红外波段的反射率, $B_{red}$ 为红外波段的反射率。

[0058] 优选地,所述第四识别模块还用于若所述获取所述有水体覆盖区域在不同季节的时间点中的水面面积,若在不同季节的时间点中存在 $WDI \geq f$ , $SW_i \leq SW_{ma}$ 或者是 $SW_i = 0$ 且 $ICI_i < e$ 中的至少一种情况,则判定为季节性水体;

[0059] 若存在时间点满足 $WDI < f$ ,不同季节的时间点 $t_i$ 和 $t_j$ 的水面面积满足 $SW_{t_i} = 0$ , $SW_{t_j} = 0$ ,水体存在的时间间隔 $t = |t_i - t_j|$ ,则判定为临时性水体;

[0060] 若在所有时间点均满足 $SW_i \neq 0$ , $ICI_i \neq 0$ ,且在预设时间段 $t_k - t_0$ 内,满足 $SW_{t_k - t_0} \neq 0$ 且 $ICI_{t_k - t_0} \neq 0$ ,则判定为 $t_k - t_0$ 时间段内的固定水体;

[0061] 其中, $t_k - t_0 \geq 1$ , $SW_{ma} = \max(SW_1, SW_2, SW_3, \dots, SW_i, \dots, SW_n)$ , $SW_{ma}$ 为预设的时间段内的最大水面面积; $SW_i$ 为不同时间点内的水面面积值, $SW_{t_i}$ 为时间点 $t_i$ 的水面面积; $SW_{t_j}$ 为时间点 $t_j$ 的水面面积。

[0062] 本发明提供了一种水体类别提取方法和系统,将预设城市区域的下垫面划分为高反射下垫面、低反射下垫面和中反射下垫面后,通过波段差方均值、不同时间点的水面面积、水体监测指数等参数的计算,综合考虑不同季节水体的变化对水体类别进行更加精确的划分。由于划分过程中考虑了时间因素的影响,使得水体识别的结果更加客观和精准。

## 附图说明

[0063] 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。

[0064] 图1是本发明一实施例提供的水体类别提取方法的流程示意图。

## 具体实施方式

[0065] 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做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。

[0066] 本实施例提供了一种水体类别提取方法,包括:

[0067] S1:根据预设城市区域对应的下垫面对特征光谱中的特征波的反射率,计算特征光谱累积指数,根据所述下垫面在不同季节的时间点对所述特征波的反射率计算波段差方均值,根据所述特征光谱累积指数将所述下垫面划分为高反射下垫面、低反射下垫面和中反射下垫面;

[0068] S2:根据所述高反射下垫面的波段差方均值和冰面指数,以及预设的冰面指数阈值,划分出所述高反射下垫面为冰面的部分;

[0069] S3:根据所述低反射下垫面的波段差方均值,划分出所述低反射下垫面中的非水体区域,计算其它时间点的水体区域的水体监测指数,划分出所述水体区域中有水体覆盖区域和无水覆盖区域;

[0070] S4:获取所述有水体覆盖区域在不同季节的时间点中的水面面积,若存在水面面积为零的时间点,则判定为季节性水体,若水面面积不为零的连续时间小于预设天数,则判定为临时性水体,若不存在水面面积为零的时间点或者存在水面面积为零的时间点且判断为冰面,则判定为固定水体。

[0071] 本发明提供了一种水体类别提取方法,将预设城市区域的下垫面划分为高反射下垫面、低反射下垫面和中反射下垫面后,通过波段差方均值、不同时间点的水面面积、水体监测指数等参数的计算,综合考虑不同季节水体的变化对水体类别进行更加精确的划分。由于划分过程中考虑了时间因素的影响,使得水体识别的结果更加客观和精准。

[0072] 图1是本实施例提供的水体类别提取方法的流程示意图,参见图1,本实施例对城市下垫面的信息进行提取,城市下垫面包括不同材料的屋顶、不同材料的道路、不同的植被、河流湖泊、其他设施(如运动场)等。根据特征波段的反射率,将城市下垫面高反射下垫面,低反射下垫面、中反射下垫面。

[0073] 获取城市下垫面在各个季节(至少包括冬季)的SAC指数,根据冬季的遥感数据计算得到SAC划分出高反射下垫面,低反射下垫面、中反射下垫面。由于冬季水面可能会结冰,因此,如果遥感图像上的某个像元在不同季节里计算得到的SMDI大于一个阈值m,且ICI大于阈值e,则判定该像元所对应的下垫面区域为冰面。中反射下垫面所在区域不进行信息的提取。

[0074] 对于低反射下垫面,同样通过SAC和SMDI找出像元中为柏油路或者阴影的区域,以及水面区域。

[0075] 对于得到水面区域以及其它未识别出来的区域,通过WDI、SWI和ICI指标,划分出季节性水体和临时性水体。

[0076] 对于只在冬季出现断流的区域,结合近几年内的水面面积变化参数判断其是否为固定水体。

[0077] 具体地,首先,计算城市下垫面的判别指数。

[0078] 获取不同季节的特征光谱累积指数:

$$[0079] \quad SAC = \sum_{i=1}^n R_i^2$$

[0080] SAC为特征光谱累积指数; $R_i$ 为特征波段反射率, $n$ 为所选择的特征波段数。需要说明的是, $R_i$ 可选择绿、红短波红外波段反射率数据组合。

[0081] 然后,提出波段差方均值来判别下垫面发射变化:

$$[0082] \quad SMAD = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (RS_{ai} - RS_{bi})^2$$

[0083] SMAD为波段差方均值,  $RS_{ai}$ 为某时间点a波段i的反射率,  $RS_{bi}$ 为另一时间点b波段i的反射率, n为选择的特征波段数。

[0084] 设定  $SMAD \geq h$  判定为大变化,  $m \leq SMAD < h$  判定为中等变化,  $SMAD < m$  判定为小变化, 式中m和h分别为中等变化和大变化的阈值。

[0085] 对于高、中、低反射下垫面信息的识别方法, 首先, 通过归一化植被指数NDVI确定植被区, 如果像元  $NDVI \geq T_c$ , 则为定义为植被区, 设面积为  $S_v$ 。式中,  $T_c$  为植被区的阈值;  $NDVI = (B_{nir} - B_{red}) / (B_{nir} + B_{red})$ , 式中,  $B_{nir}$  为近红外波段的反射率,  $B_{red}$  为红波段的反射率。

[0086] (1) 低反射下垫面 (水体、柏油路、阴影及其他)

[0087]  $SAC \leq T_m$  为排除植被区的低值反射下垫面

[0088] (2) 高反射下垫面 (高反射的屋顶、冰雪等)

[0089]  $SAC \geq T_h$  为排除植被区的高值反射下垫面

[0090] (3) 中等反射下垫面

[0091]  $T_h \geq SAC \geq T_m$  为排除植被区的中等反射下垫面

[0092] 式中,  $T_m$ 、 $T_h$  分别为排除植被区的中等反射下垫面和高反射下垫面的阈值。

[0093] 高反射下垫面的冰面信息提取的步骤如下:

[0094] (1) 通过  $SAC \geq T_h$  获取上述的高反射下垫面

[0095] (2) 通过公式  $SMAD \geq h$ , 判定冬天结冰时期和其他季节两个时相的下垫面反射差异。

[0096] (3) 建立冰面遥感指数

$$[0097] \quad ICI = (B_{green} - B_{swir}) / (B_{green} + B_{swir})$$

[0098]  $ICI \geq e$

[0099] 式中, ICI为冰面指数,  $B_{gr}$  为绿或红波段反射率,  $B_{swir}$  为短波红外反射率, e为冰面指数的阈值。

[0100] 综合判断, 如果满足上述的三项条件, 则判定为冰面。

[0101] 对于柏油及其他非水信息提取 (如阴影) (水体以外的低反射区提取)

[0102] 在冰面信息提取的基础上, 应用冬季的遥感影像计算, 如果满足如下条件, 则判定为柏油、阴影及其他非水信息提取。

[0103]  $SAC \leq T_m, SMAD < m$

[0104] 对于水面信息提取, 如下所示:

[0105] (1) 河道、湖泊、其他固定水体等水面信息提取模型

$$[0106] \quad EWI = (B_{green} - B_{swir} + a') / [(B_{green} + B_{swir}) \cdot (b' + NDVI)]$$

$$[0107] \quad NDVI = (B_{nir} - B_{red}) / (B_{nir} + B_{red})$$

[0108] 式中,  $a'$  和  $b'$  分别为调节系数, 一般取经验值, 分别为0.1和0.5。

[0109] (2) 道路等其他下垫面水覆盖检测方法

$$[0110] \quad WDI = EWI_{i'} - EWI_{wi'}$$

[0111] WDI为水体监测指数;  $EWI_{wi'}$  为无水覆盖情况下柏油路等地反射区域的EWI值;  $EWI_{i'}$  为同地物某时间点的EWI值。如果  $WDI < f$  则判定为有水覆盖, 否则为无水覆盖区, 式

中 $f$ 为阈值。

[0112] 季节性水体信息提取的过程如下：

[0113] 在上述下垫面类型提取的基础上

[0114] (1) 除河流、湖泊及固定水体外,无其他水体出现

[0115]  $WDI \geq f$

[0116] (2) 水面在河床、湖泊或固定水体范围内

[0117]  $SW_i \leq SW_{ma}$

[0118]  $SW_{ma} = \max(SW_1, SW_2, SW_3, \dots, SW_i, \dots, SW_n)$

[0119]  $SW_{ma}$ 为河流、湖泊或其他固定水体近几年最大水面面积; $SW_i$ 为不同年河流、湖泊或其他固定水体的水面面积值。

[0120] (3) 出现断流的情况

[0121] (1)  $SW_i = 0$ ,

[0122] (2)  $ICI_i < e$

[0123] 式中, $SW_i$ 为某时间点水面面积; $ICI_i$ 为某时间点的冰面遥感指数。

[0124] 综合判断,如果出现上述情况则判定为季节性水体。

[0125] 临时性水面信息提取方法如下：

[0126] (1) 除河流、湖泊及固定水体外,有其他水体出现

[0127]  $WDI < f$

[0128] (2) 不同时间宽度水面面积变化

[0129]  $SW_{t_i} = 0, SW_{t_j} = 0$ , 式中, $SW_{t_i}$ 为时间点 $t_i$ 的水面面积; $SW_{t_j}$ 为时间点 $t_j$ 的水面面积

[0130] (3) 水体存在的时间间隔

[0131]  $t = |t_i - t_j|$

[0132] 式中, $t$ 为时间间隔; $t_i$ 和 $t_j$ 为不同季节的时间点,一般取小于30天。

[0133] 固定水体的提取方法如下：

[0134] (1) 没有出现断流的情况,即任何时刻(除冬季结冰外)：

[0135]  $SW_i \neq 0$

[0136] (2) 在不出现水体的情况下,出现结冰的情况：

[0137]  $ICI_i \neq 0$

[0138] (3) 水体的年际变化

[0139] 连续统计3-5年内各类水体随时间的面积变化：

[0140]  $SW_{tk-t_0} \neq 0$

[0141]  $ICI_{tk-t_0} \neq 0$

[0142]  $tk - t_0 \geq 1$

[0143] 式中, $tk$ 和 $t_0$ 分别为不同的年度; $SW_{tk-t_0}$ 为 $tk-t_0$ 为时间区间(以年为单位)内任何时间水面面积(冬季除外); $ICI_{tk-t_0}$ 为 $tk-t_0$ 为时间区间(以年为单位)内冬季结冰冰面面积。

[0144] 如果满足上述条件则判定为 $tk-t_0$ 的固定水体。

[0145] 本实施例还提供一种水体类别提取系统,包括：

[0146] 第一识别模块,用于根据预设城市区域对应的下垫面对特征光谱中的特征波的反射率,计算特征光谱累积指数,根据所述下垫面在不同季节的时间点对所述特征波的反射

率计算波段差方均值,根据所述特征光谱累积指数将所述下垫面划分为高反射下垫面、低反射下垫面和中反射下垫面;

[0147] 第二识别模块,用于根据所述高反射下垫面的波段差方均值和冰面指数,以及预设的冰面指数阈值,划分出所述高反射下垫面为冰面的部分;

[0148] 第三识别模块,用于根据所述低反射下垫面的波段差方均值,划分出所述低反射下垫面中的非水体区域,计算其它时间点的水体区域的水体监测指数,划分出所述水体区域中有水体覆盖区域和无水覆盖区域;

[0149] 第四识别模块,用于获取所述有水体覆盖区域在不同季节的时间点中的水面面积,若存在水面面积为零的时间点,则判定为季节性水体,若水面面积不为零的连续时间小于预设天数,则判定为临时性水体,若不存在水面面积为零的时间点或者存在水面面积为零的时间点且判断为冰面,则判定为固定水体。

[0150] 该城市水体类别提取方法和系统,将预设城市区域的下垫面划分为高反射下垫面、低反射下垫面和中反射下垫面后,通过波段差方均值、冰面遥感指数、水体监测指数等参数的计算,综合识别与区分不同时间点的冰、水的面积,进而减少阴影、柏油路等地反射下垫面对水体信息提取的影响,更加有助于水体类别精确的划分。由于划分过程中考虑了时间因素的影响,使得水体识别的结果更加客观和精准

[0151] 本发明提供了一种水体类别提取方法和系统,将预设城市区域的下垫面划分为高反射下垫面、低反射下垫面和中反射下垫面后,通过波段差方均值、不同时间点的水面面积、水体监测指数等参数的计算,综合考虑不同季节水体的变化对水体类别进行更加精确的划分。由于划分过程中考虑了时间因素的影响,使得水体识别的结果更加客观和精准。应用中高分辨率的遥感数据,科学、客观的识别城市水体类型,该水体类别提取方法为城市水资源利用、水资源评估、水患灾害评估及完善土地利用分类技术提供支持。

[0152] 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。

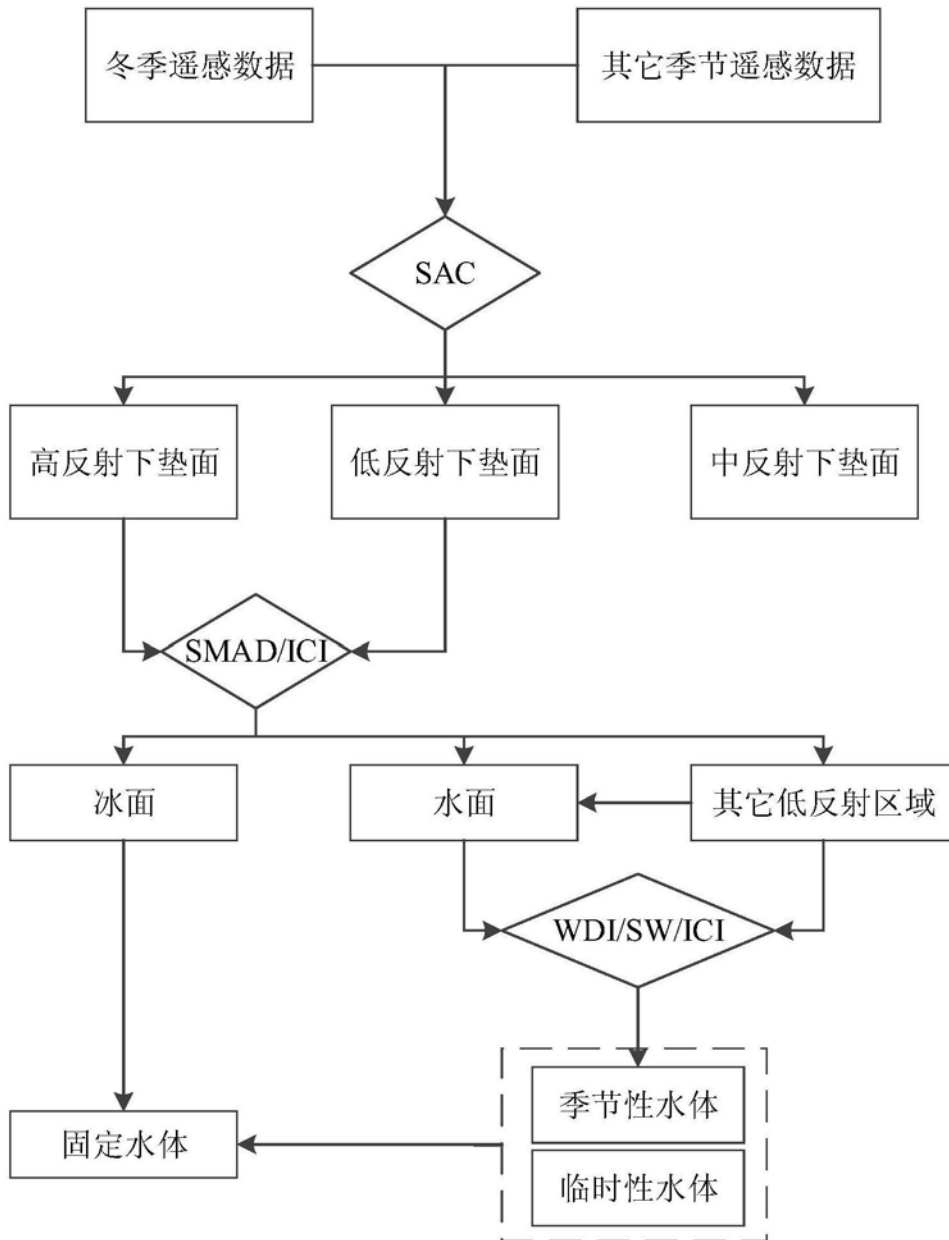


图1