



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 108537795 A

(43)申请公布日 2018.09.14

(21)申请号 201810366283.X

(22)申请日 2018.04.23

(71)申请人 中国科学院地球化学研究所

地址 550081 贵州省贵阳市观山湖区林城西路99号

(72)发明人 白晓永 李朝君 吴路华 肖建勇
杨钰杰

(74)专利代理机构 贵阳中新专利商标事务所
52100

代理人 商小川

(51)Int.Cl.

G06T 7/00(2017.01)

权利要求书2页 说明书7页

(54)发明名称

一种山区河流信息提取方法

(57)摘要

本发明公开了一种山区河流信息提取方法,它包括:对陆地卫星Landsat 8 OLI遥感影像数据信息进行包括辐射定标、大气校正、镶嵌与裁剪处理;计算复合光谱阈值水体指数;根据研究区DEM数据提取研究区山体阴影;根据研究区DEM数据提取研究区河网,建立河流缓冲区;计算研究区陆地表面温度;计算研究区地表反照率;计算研究区归一化建筑指数;对研究区的陆地表面温度,地表反照率和归一化建筑指数图层重采样进行标准化处理排除错误提取的建筑物信息;利用数学形态学滤波中的闭运算滤波运算,对提取出研究区的细小河流小孔消除与间隙填充;解决了现有技术针对山区河流信息提取准确性有待提高等技术问题。

1. 一种山区河流信息提取方法,它包括:

步骤1、对陆地卫星Landsat 8 OLI遥感影像数据信息进行包括辐射定标、大气校正、镶嵌与裁剪处理;

步骤2、计算复合光谱阈值水体指数;

步骤3、根据研究区DEM数据提取研究区山体阴影;

步骤4、根据研究区DEM数据提取研究区河网,建立河流缓冲区;

步骤5、计算研究区陆地表面温度;

步骤6、计算研究区地表反照率;

步骤7、计算研究区归一化建筑指数;

步骤8、对研究区的陆地表面温度,地表反照率和归一化建筑指数图层重采样进行标准化处理,排除错误提取的建筑物信息;

步骤9、利用数学形态学滤波中的闭运算滤波运算,对提取出研究区的细小河流小孔消除与间隙填充。

2. 根据权利要求1所述的一种山区河流信息提取方法,其特征在于:步骤1所述对遥感影像数据信息进行包括辐射定标和大气校正的方法为:辐射定标的方法为:将获取的遥感影像数据的灰度值转化为实际物理意义的反射率;大气校正的方法为:将定标值还原为地表真实信息,并保证真实恢复地物波谱信息;将大气校正之后的影像进行镶嵌和裁剪以确定研究区的范围。

3. 根据权利要求1所述的一种山区河流信息提取方法,其特征在于:步骤2所述计算复合光谱阈值水体指数的公式为:

$$CSTWI = \frac{\alpha_1 \times b2 + \alpha_2 \times b3 - \alpha_3 \times b5 - \alpha_4 \times b6 - \alpha_5 \times b7}{\alpha_1 \times b2 + \alpha_2 \times b3 + \alpha_3 \times b5 + \alpha_4 \times b6 + \alpha_5 \times b7}$$

式中:b2为蓝光波段,b3为绿光波段,b5为近红外波段,b6为短波热红外波段1,b7为短波热红外波段2; α_i ($i=1,2,3,4,5$)分别为统计河流各波段亮度值(DN)的均值的比值。

4. 根据权利要求1所述的一种山区河流信息提取方法,其特征在于:步骤3所述根据研究区DEM数据提取研究区山体阴影的方法为:选择30米的分辨率DEM数据,利用ArcGIS软件,基于假想的照明光源对高程栅格图的每个栅格单元计算照明值,模拟影像拍摄时的阴影区域,结合阴影直方图确定阈值,从而提取出实际阴影区域,利用研究区矢量边界文件获取研究区影像拍摄时的实际阴影区域。

5. 根据权利要求1所述的一种山区河流信息提取方法,其特征在于:步骤4所述根据研究区DEM数据提取研究区河网,建立河流缓冲区的方法为:根据研究区DEM数据提取河网以确定河流的位置,结合研究区遥感影像建立研究区河流缓冲区,保证河流缓冲区将研究区影像的山区河流全部覆盖。

6. 根据权利要求1所述的一种山区河流信息提取方法,其特征在于:步骤5所述计算研究区陆地表面温度的方法为:研究区陆地表面温度通过大气校正方法计算得出,首先计算下载影像的地表比辐射率及其影像波段10 (Band10) 的辐射亮度,通过NASA官网查询获取大气剖面参数,计算同温度下黑体辐射亮度,然后反演下载影像的实际地表温度。

7. 根据权利要求1所述的一种山区河流信息提取方法,其特征在于:步骤6所述计算研究区地表反照率的公式为

$$\text{Albedo} = 0.356 \times b_2 + 0.130 \times b_4 + 0.373 \times b_5 + 0.085 \times b_6 + 0.072 \times b_7 - 0.0018$$

式中： b_2 为研究区影像蓝光波段， b_4 为研究区影像红光波段， b_5 为研究区影像近红外波段， b_6 为研究区影像短波热红外波段1， b_7 为研究区影像短波热红外波段2。

8. 根据权利要求1所述的一种山区河流信息提取方法，其特征在于：步骤7所述计算研究区归一化建筑指数的公式为：

$$NDBI = \frac{b_6 - b_5}{b_6 + b_5}$$

式中： b_5 为研究区影像近红外波段、 b_6 为研究区影像短波热红外波段1。

9. 根据权利要求1所述的一种山区河流信息提取方法，其特征在于：步骤8所述对研究区的陆地表面温度，地表反照率和归一化建筑指数图层重采样进行标准化处理，排除错误提取的建筑物信息的方法为：将研究区陆地表面温度，地表反照率和归一化建筑指数图层重采样，标准化处理，分别根据不同图层的直方图及选取的50个训练样本确定阈值，分离出潜在的建筑物区域，将三个潜在建筑物区域的图层进行相交，确定实际建筑物分布区域，并从排除无河网分布的地物信息后的山区河流中去除错误提取的建筑信息。

一种山区河流信息提取方法

技术领域

[0001] 本发明属于河流信息提取技术,尤其涉及一种山区河流信息提取方法。

背景技术

[0002] 地表水资源是人类生存和社会发展不可替代的资源之一,对于人类、农作物和生态至关重要。传统山区河流信息提取方法中普遍存在阴影与建筑物的干扰导致误提,多提以及河网中细小水体漏提等多种问题。这些问题影响着山区水资源调查与生态环境的保护。因此,建立准确高效的山区河流信息提取方法是非常亟需的。

[0003] 目前,山区河流信息提取采用的数据主要有:陆地卫星(Landsat)的TM,ETM+以及OLI,高分辨率卫星等遥感数据。高分辨率卫星等遥感数据数据虽然分辨率较高优点,但是也存在难以获取,数据量大,所花时间长、成本高、效率低等问题。Landsat影像由于其数据获取相对容易,成本较低,应用范围相对广泛。

[0004] 常用的山区河流信息提取采取方法主要是通过ENVI和ArcGIS等软件,采用单波段阈值法,多波段谱间关系法,水体指数法,新型水体指数等方法对遥感影像进行山区河流信息进行提取。

[0005] 以上方法具有一定的局限性,没有系统地排除山地阴影和建筑物的干扰,山区细小河流存在漏提问题,提取准确性有待提高。

发明内容

[0006] 本发明要解决的技术问题是:提供一种山区河流信息提取方法,以解决现有技术针对山区河流信息提取采用ENVI和ArcGIS等软件,采用单波段阈值法,多波段谱间关系法,水体指数法,新型水体指数等方法对遥感影像进行山区河流信息进行提取存在的没有系统地排除山地阴影和建筑物的干扰,山区细小河流存在漏提问题,提取准确性有待提高等技术问题。

[0007] 本发明技术方案:

[0008] 一种山区河流信息提取方法,它包括:

[0009] 步骤1、对陆地卫星Landsat 8OLI遥感影像数据信息进行包括辐射定标、大气校正、镶嵌与裁剪处理;

[0010] 步骤2、计算复合光谱阈值水体指数;

[0011] 步骤3、根据研究区DEM数据提取研究区山体阴影;

[0012] 步骤4、根据研究区DEM数据提取研究区河网,建立河流缓冲区;

[0013] 步骤5、计算研究区陆地表面温度;

[0014] 步骤6、计算研究区地表反照率;

[0015] 步骤7、计算研究区归一化建筑指数;

[0016] 步骤8、对研究区的陆地表面温度,地表反照率和归一化建筑指数图层重采样进行标准化处理,排除错误提取的建筑物信息;

[0017] 步骤9、利用数学形态学滤波中的闭运算滤波运算,对提取出研究区的细小河流小孔消除与间隙填充。

[0018] 步骤1所述对遥感影像数据信息进行包括辐射定标和大气校正的方法为:辐射定标的方法为:将获取的遥感影像数据的灰度值转化为实际物理意义的反射率;大气校正的方法为:将定标值还原为地表真实信息,并保证真实恢复地物波谱信息;将大气校正之后的影像进行镶嵌和裁剪以确定研究区的范围。

[0019] 步骤2所述计算复合光谱阈值水体指数的公式为:

$$[0020] \quad \text{CSTWI} = \frac{\alpha_1 \times b2 + \alpha_2 \times b3 - \alpha_3 \times b5 - \alpha_4 \times b6 - \alpha_5 \times b7}{\alpha_1 \times b2 + \alpha_2 \times b3 + \alpha_3 \times b5 + \alpha_4 \times b6 + \alpha_5 \times b7}$$

[0021] 式中:b2为蓝光波段,b3为绿光波段,b5为近红外波段,b6为短波热红外波段1,b7为短波热红外波段2; α_i ($i=1,2,3,4,5$)分别为统计河流各波段亮度值(DN)的均值的比值。

[0022] 步骤3所述根据研究区DEM数据提取研究区山体阴影的方法为:选择30米的分辨率DEM数据,利用ArcGIS软件,基于假想的照明光源对高程栅格图的每个栅格单元计算照明值,模拟影像拍摄时的阴影区域,结合阴影直方图确定阈值,从而提取出实际阴影区域,利用研究区矢量边界文件获取研究区影像拍摄时的实际阴影区域。

[0023] 步骤4所述根据研究区DEM数据提取研究区河网,建立河流缓冲区的方法为:根据研究区DEM数据提取河网以确定河流的位置,结合研究区遥感影像建立研究区河流缓冲区,保证河流缓冲区将研究区影像的山区河流全部覆盖。

[0024] 步骤5所述计算研究区陆地表面温度的方法为:研究区陆地表面温度通过大气校正方法计算得出,首先计算下载影像的地表比辐射率及其影像波段10(Band10)的辐射亮度,通过NASA官网查询获取大气剖面参数,计算同温度下黑体辐射亮度,然后反演下载影像的实际地表温度。

[0025] 步骤6所述计算研究区地表反照率的公式为

$$[0026] \quad \text{Albedo} = 0.356 \times b2 + 0.130 \times b4 + 0.373 \times b5 + 0.085 \times b6 + 0.072 \times b7 - 0.0018$$

[0027] 式中:b2为研究区影像蓝光波段,b4为研究区影像红光波段,b5为研究区影像近红外波段,b6为研究区影像短波热红外波段1,b7为研究区影像短波热红外波段2。

[0028] 步骤7所述计算研究区归一化建筑指数的公式为:

$$[0029] \quad \text{NDBI} = \frac{b6 - b5}{b6 + b5}$$

[0030] 式中:b5为研究区影像近红外波段、b6为研究区影像短波热红外波段1。

[0031] 步骤8所述对研究区的陆地表面温度,地表反照率和归一化建筑指数图层重采样进行标准化处理,排除错误提取的建筑物信息的方法为:将研究区陆地表面温度,地表反照率和归一化建筑指数图层重采样,标准化处理,分别根据不同图层的直方图及选取的50个训练样本确定阈值,分离出潜在的建筑物区域,将三个潜在建筑物区域的图层进行相交,确定实际建筑物分布区域,并从排除无河网分布的地物信息后的山区河流中去除错误提取的建筑物信息。

[0032] 本发明有益效果:

[0033] 本发明基于DEM模拟实地阴影,可有效排除山体阴影的影响;LST(Land Surface Temperature),Albedo,NDBI(Normalized Difference Build-up Index)能够很好排除建

筑物干扰;构建复合光谱阈值水体指数(CSTWI),相对于传统提取水体模型,一方面可以有效消除山区地形影响,从而降低地形造成的阴影的负面影响,方便后续的阴影去除,另一方面通过水体反射率较高的波段与反射率较低的波段组合,利用比值法突出山区水体信息,从而有利于水体信息的识别和提取,可以有效提取完整的水体信息;解决了现有技术针对山区河流信息提取采用ENVI和ArcGIS等软件,采用单波段阈值法,多波段谱间关系法,水体指数法,新型水体指数等方法对遥感影像进行山区河流信息进行提取存在的没有系统地排除山地阴影和建筑物的干扰,山区细小河流存在漏提问题,提取准确性有待提高等技术问题。

具体实施方式

[0034] 本发明提供了一种山区河流信息提取方法,包括如下步骤:

[0035] 第一,数据预处理。对陆地卫星Landsat 8OLI(地理空间数据云(<http://www.gscloud.cn/>))进行预处理,包括辐射定标、大气校正、镶嵌与裁剪。辐射定标过程在于将获取的遥感影像数据的灰度值转化为实际物理意义的反射率。辐射定标通过建立数字量化值与对应视场中辐射亮度值之间的定量关系,达到消除传感器本身产生的误差的目标。大气校正又将定标值还原为地表真实信息,并保证真实恢复地物波谱信息。将大气校正之后的影像进行镶嵌和裁剪以确定研究区的范围。

[0036] 第二,构建复合光谱阈值水体指数(CSTWI)。对数据预处理后研究区内的典型地物(林地、草地、耕地、建设用地、湖泊(水库)、河流)建立100个训练样本,并绘制典型地物波谱曲线。同时统计出不同地物各波段亮度值(DN)。通过以下模型进行计算:

$$[0037] \quad CSTWI = \frac{\alpha_1 \times b2 + \alpha_2 \times b3 - \alpha_3 \times b5 - \alpha_4 \times b6 - \alpha_5 \times b7}{\alpha_1 \times b2 + \alpha_2 \times b3 + \alpha_3 \times b5 + \alpha_4 \times b6 + \alpha_5 \times b7}$$

[0038] 其中b2为蓝光波段、b3为绿光波段、b5为近红外波段、b6为短波热红外波段1、b7为短波热红外波段2; α_i ($i=1,2,3,4,5$)分别为统计河流各波段亮度值(DN)的均值的比值。CSTWI的范围介于0-1之间,通过选取50个河流样本,结合直方图统计出河流信息的基本范围,将小于1%的河流信息求平均值作为阈值,进行多波段组合,利用比值法增强高反射率波段与低反射率波段之间的差异,从而提取出山区河流。

[0039] 第三,基于下载的DEM数据提取研究区山体阴影。DEM数据来源于地理空间数据云(<http://www.gscloud.cn/>),选择30米的分辨率DEM数据。利用ArcGIS软件,基于假想的照明光源对高程栅格图的每个栅格单元计算照明值,模拟影像拍摄时的阴影区域,结合阴影直方图确定阈值,从而提取出实际阴影区域。利用研究区矢量边界文件获取研究区影像拍摄时的实际阴影区域,并从初步提取的山区河流中去除多提取的山体阴影区域。

[0040] 第四,基于研究区DEM数据提取研究区河网,建立河流缓冲区。首先根据研究区DEM数据提取河网以确定河流的大致位置,结合研究区遥感影像建立研究区河流缓冲区,保证缓冲区将研究区影像的山区河流全部覆盖。从去除山体阴影之后的河流信息中进一步排除无河网分布区误提取的其他地物信息。

[0041] 第五,计算研究区陆地表面温度(LST)。研究区陆地表面温度通过大气校正方法计算得出。首先计算下载影像的地表比辐射率及其影像波段10(Band10)的辐射亮度,通过NASA官网(<http://atmcorr.gsfc.nasa.gov/>)查询获取大气剖面参数,计算同温度下黑体

辐射亮度,然后反演下载影像的实际地表温度。基于研究区的矢量边界文件裁剪获得研究区的地表温度图。

[0042] 其中下载影像地表比辐射率(ϵ)通过归一化植被指数(NDVI)阈值法进行计算,所用公式为:

$$[0043] \quad \epsilon = 0.004P_v + 0.986$$

[0044] 式中, ϵ 为地表比辐射率, P_v 是研究区植被覆盖度。 P_v 用以下公式计算:

$$[0045] \quad P_v = [(NDVI - NDVI_{Soil}) / (NDVI_{veg} - NDVI_{Soil})]$$

[0046] 式中,NDVI为归一化植被指数,NDVI_{veg}是完全为植被覆盖的区域,NDVI_{Soil}为完全裸土或无植被覆盖区域的NDVI值, P_v 为植被覆盖度,根据经验值NDVI_{veg}=0.70和NDVI_{Soil}=0.05,即当某个像元的NDVI值大于0.70时, P_v 取值为1;当NDVI值小于0.05时, P_v 取值为0。

[0047] Band10辐射亮度是通过对下载影像的Band10进行辐射定标获得辐射亮度图像。

[0048] 同温度下黑体辐射亮度通过:

$$[0049] \quad B(T_s) = [L_\lambda - L\uparrow - \tau(1 - \epsilon)L\downarrow] / \tau\epsilon$$

[0050] 式中透过率 τ 、大气上行辐射亮度 $L\uparrow$ 、大气下行辐射亮度 $L\downarrow$ 三个参数可以通过NASA官网输入下载影像的成像时间、中心经纬度、相关地区气压等相关信息生成,黑体的辐射亮度 $B(T_s)$ 单位为 $W \cdot m^{-2} \cdot sr^{-1} \cdot \mu m^{-1}$ 。热红外辐射亮度 L_λ 为利用Landsat8TIRS中TIRS1即Band10(10.6~11.19 μm)经过辐射定标的结果, ϵ 为地表比辐射率。

[0051] 估算出黑体的辐射亮度 $B(T_s)$ 后,根据普朗克定律反函数,得出真实地表温度。

$$[0052] \quad T_s = K_2 / \ln(K_1 / B(T_s) + 1)$$

[0053] 式中, K_1 、 K_2 为常数,对于Landsat8TIRS Band10数据, $K_1 = 774.89 W / (m^2 \cdot \mu m \cdot sr)$, $K_2 = 1321.08 K$, $B(T_s)$ 为黑体的辐射亮度; T_s 计算结果减去273.15后可将单位换算为摄氏度($^{\circ}C$)。

[0054] 第六,计算研究区地表反照率(Albedo)。地表反照率是通过

$$[0055] \quad Albedo = 0.356 \times b_2 + 0.130 \times b_4 + 0.373 \times b_5 + 0.085 \times b_6 + 0.072 \times b_7 - 0.0018$$

[0056] 经验公式进行计算,其中 b_2 为研究区影像蓝光波段、 b_4 为研究区影像红光波段、 b_5 为研究区影像近红外波段、 b_6 为研究区影像短波热红外波段1、 b_7 为研究区影像短波热红外波段2。利用ENVI软件的波段计算器(Band math)可以进行计算得出研究区反照率。

[0057] 第七,计算研究区归一化建筑指数(NDBI)。归一化建筑指数是通过

$$[0058] \quad NDBI = \frac{b_6 - b_5}{b_6 + b_5}$$

[0059] 进行计算,其中, b_5 为研究区影像近红外波段、 b_6 为研究区影像短波热红外波段1。利用ENVI软件的波段计算器(Band math)可以进行计算得出研究区归一化建筑指数。

[0060] 第八,研究区的LST,Albedo和NDBI图层重采样,标准化处理,排除错误提取的建筑物信息。将研究区LST,Albedo和NDBI图层重采样,标准化处理,分别根据不同图层的直方图及选取的50个训练样本确定阈值,分离出潜在的建筑物区域,将三个潜在建筑物区域的图层进行相交,确定实际建筑物分布区域,并从排除无河网分布的地物信息后的山区河流中进一步去除错误提取的建筑信息。不同遥感数据网量的差异较大,为了保证不同数据之间的可比性,需要对计算后研究区的LST,Albedo和NDBI图像分别进行标准化处理,使其范围控制在0-1之间:

[0061] $Z = [(A - A_{\min}) \div (A_{\max} - A_{\min})] \times 100\%$

[0062] 式中:A表示图像标准化之前的值, A_{\min} 表示图像标准化之前值的最小值, A_{\max} 表示标准化之前值的最大值,Z表示图像标准后的结果。

[0063] 第九,形态学滤波处理。利用数学形态学滤波中的闭运算滤波运算,对提取出研究区的细小河流小孔消除与间隙填充。

[0064] 以2016年贵州省印江县车家河小流域的数据为例对本发明技术方案进一步说明。

[0065] 第一,数据预处理。对Landsat80LI(地理空间数据云(<http://www.gscloud.cn/>))进行预处理,包括辐射定标、大气校正、镶嵌与裁剪。辐射定标过程在于将获取的遥感影像数据的灰度值转化为实际物理意义的反射率。辐射定标通过建立数字量化值与对应视场中辐射亮度值之间的定量关系,达到消除传感器本身产生的误差的目标。大气校正又将定标值还原为地表真实信息,并保证真实恢复地物波谱信息。将大气校正之后的影像进行镶嵌和裁剪以确定研究区的范围。

[0066] 第一,数据预处理。对陆地卫星Landsat 80LI(地理空间数据云(<http://www.gscloud.cn/>))进行预处理,包括辐射定标、大气校正、镶嵌与裁剪。辐射定标过程在于将获取的遥感影像数据的灰度值转化为实际物理意义的反射率。辐射定标通过建立数字量化值与对应视场中辐射亮度值之间的定量关系,达到消除传感器本身产生的误差的目标。大气校正又将定标值还原为地表真实信息,并保证真实恢复地物波谱信息。将大气校正之后的影像进行镶嵌和裁剪以确定研究区的范围。

[0067] 第二,构建复合光谱阈值水体指数(CSTWI),初步提取山区河流。对数据预处理后研究区内的典型地物(林地、草地、耕地、建设用地、湖泊(水库)、河流)建立100个训练样本,并绘制典型地物波谱曲线。同时统计出不同地物各波段亮度值(DN)。通过以下模型进行计算:

$$[0068] \quad CSTWI = \frac{\alpha_1 \times b2 + \alpha_2 \times b3 - \alpha_3 \times b5 - \alpha_4 \times b6 - \alpha_5 \times b7}{\alpha_1 \times b2 + \alpha_2 \times b3 + \alpha_3 \times b5 + \alpha_4 \times b6 + \alpha_5 \times b7}$$

[0069] 其中b2为蓝光波段、b3为绿光波段、b5为近红外波段、b6为短波热红外波段1、b7为短波热红外波段2; α_i ($i=1,2,3,4,5$)分别为统计河流各波段亮度值(DN)的均值的比值。CSTWI的范围介于0-1之间,通过选取50个河流样本,结合直方图统计出河流信息的基本范围,将小于1%的河流信息求平均值作为阈值,本研究对应河流各波段亮度值平均值为490、789、306、173和127,则对应的比值确定权重分别为0.34、0.66、3.8、2和1。进行多波段组合,利用比值法增强高反射率波段与低反射率波段之间的差异,从而初步提取山区河流。

[0070] 第三,基于下载的DEM数据提取研究区山体阴影。DEM数据来源于地理空间数据云(<http://www.gscloud.cn/>),选择30米的分辨率DEM数据。利用ArcGIS软件,基于假想的照明光源对高程栅格图的每个栅格单元计算照明值,模拟影像拍摄时的阴影区域,结合阴影直方图确定阈值(100),从而提取出实际阴影区域。利用研究区矢量边界文件获取研究区影像拍摄时的实际阴影区域,并从初步提取的山区河流中去除多提取的山体阴影区域。

[0071] 第四,基于研究区DEM数据提取研究区河网,建立河流缓冲区。首先根据研究区DEM数据提取河网以确定河流的大致位置,结合研究区遥感影像建立研究区河流缓冲区,保证缓冲区将研究区影像的山区河流全部覆盖。本研究建立的河流缓冲区的范围为400米。从去除山体阴影之后的河流信息中进一步排除无河网分布区误提取的其他地物信息。

[0072] 第五,计算研究区陆地表面温度(LST)。研究区陆地表面温度通过大气校正方法计算得出。首先计算下载影像的地表比辐射率及其影像波段10(Band10)的辐射亮度,通过NASA官网(<http://atmcorr.gsfc.nasa.gov/>)查询获取大气剖面参数,计算同温度下黑体辐射亮度,然后反演下载影像的实际地表温度。基于研究区的矢量边界文件裁剪获得研究区的地表温度图。

[0073] 其中下载影像地表比辐射率(ϵ)通过归一化植被指数(NDVI)阈值法进行计算,所用公式为:

$$[0074] \quad \epsilon = 0.004P_V + 0.986$$

[0075] 式中, ϵ 为比表比辐射率, P_V 是研究区植被覆盖度,用以下公式计算:

$$[0076] \quad P_V = [(NDVI - NDVI_{Soil}) / (NDVI_{Veg} - NDVI_{Soil})]$$

[0077] 式中,NDVI为归一化植被指数, $NDVI_{Veg}$ 是完全为植被覆盖的区域, $NDVI_{Soil}$ 为完全裸土或无植被覆盖区域的NDVI值, P_V 为植被覆盖度,根据经验值 $NDVI_{Veg} = 0.70$ 和 $NDVI_{Soil} = 0.05$,即当某个像元的NDVI值大于0.70时, P_V 取值为1;当NDVI值小于0.05时, P_V 取值为0。

[0078] Band10辐射亮度是通过下载影像的Band10进行辐射定标获得辐射亮度图像。

[0079] 同温度下黑体辐射亮度通过:

$$[0080] \quad B(T_s) = [L_\lambda - L_\uparrow - \tau(1 - \epsilon)L_\downarrow] / \tau\epsilon$$

[0081] 式中的透过率 τ 、大气上行辐射亮度 L_\uparrow 、大气下行辐射亮度 L_\downarrow 三个参数可以通过NASA官网输入下载影像的成像时间、中心经纬度、相关地区气压等相关信息生成,黑体的辐射亮度 $B(T_s)$ 单位为 $W \cdot m^{-2} \cdot sr^{-1} \cdot \mu m^{-1}$ 。热红外辐射亮度 L_λ 为利用Landsat8TIRS中TIRS1即Band10(10.6~11.19 μm)经过辐射定标的结果, ϵ 为比表比辐射率。

[0082] 估算出黑体的辐射亮度 $B(T_s)$ 后,根据普朗克定律反函数,得出真实地表温度。

$$[0083] \quad T_s = K_2 / \ln(K_1 / B(T_s) + 1)$$

[0084] 式中, K_1 、 K_2 为常数,对于Landsat8TIRS Band10数据, $K_1 = 774.89W / (m^2 \cdot \mu m \cdot sr)$, $K_2 = 1321.08K$, $B(T_s)$ 为黑体的辐射亮度; T_s 计算结果减去273.15后可将单位换算为摄氏度($^{\circ}C$)。

[0085] 第六,计算研究区地表反照率(Albedo)。地表反照率是通过

[0086] $Albedo = 0.356 \times b_2 + 0.130 \times b_4 + 0.373 \times b_5 + 0.085 \times b_6 + 0.072 \times b_7 - 0.0018$ 经验公式进行计算,其中 b_2 为研究区影像蓝光波段、 b_4 为研究区影像红光波段、 b_5 为研究区影像近红外波段、 b_6 为研究区影像短波热红外波段1、 b_7 为研究区影像短波热红外波段2。利用ENVI软件的波段计算器(Band math)可以进行计算得出研究区反照率。

[0087] 第七,计算研究区归一化建筑指数(NDBI)。归一化建筑指数是通过

$$[0088] \quad NDBI = \frac{b_6 - b_5}{b_6 + b_5}$$

[0089] 进行计算,其中, b_5 为研究区影像近红外波段、 b_6 为研究区影像短波热红外波段1。利用ENVI软件的波段计算器(Band math)可以进行计算得出研究区的归一化建筑指数。

[0090] 第八,研究区的LST,Albedo和NDBI图层重采样,标准化处理,排除多提取的建筑物信息。将研究区LST,Albedo和NDBI图层重采样,标准化处理,分别根据不同图层的直方图及选取的50个训练样本确定阈值,分离出潜在的建筑物区域,将三个潜在建筑物区域的图层进行相交,确定实际建筑物分布区域,并从排除无河网分布的地物信息后的山区河流中进

一步去除多提取的建筑信息。由于不同遥感数据纲量的差异较大,为了保证不同数据之间的可比性,需要对计算后研究区的LST,Albedo和NDBI图像分别进行标准化处理,使其范围控制在0-1之间:

$$[0091] \quad Z = [(A - A_{\min}) \div (A_{\max} - A_{\min})] \times 100\%$$

[0092] 式中:A表示图像标准化之前的值, A_{\min} 表示图像标准化之前的值的最小值, A_{\max} 表示标准化之前的值的最大值,Z表示图像标准后的结果。

[0093] 第九,形态学滤波处理。利用数学形态学滤波中的闭运算滤波运算,对提取出的研究区细小河流进行小孔消除与间隙填充处理。

[0094] 由此可见,本发明:

[0095] (1) 陆地卫星Landsat 8OLI/TIRS和数字高程模型(DEM)遥感数据作为中等分辨率(30m)的数据获取相对容易,成本较低,重访周期短,可广泛应用于山区河流信息提取。

[0096] (2) 山区河流提取的宽度、细小水体提取的准确度及提取面积的大小对于山区水资源调查与生态环境的保护等方面有重要影响,本研究建立了一套山区河流信息六步提取法,解决了传统河流信息提取方法中存在的河流误提、漏提与多提问题,与传统的水体提取方法相对,精度提高3.5%。主要步骤如下:①数据准备与预处理:Landsat 8OLI/TIRS遥感影像和数字高程模型(DEM);②构建复合光谱阈值水体指数(CSTWI);③基于DEM提取山体阴影;④基于DEM提取河网,建立水系缓冲区以确定河流基本位置范围;⑤计算地表温度、反照率和归一化建筑指数标准化处理并通过分离将其去除;⑥形态学滤波处理。

[0097] (3) 采用构建复合光谱阈值水体指数(CSTWI)提取水体信息,与单波段阈值法、多波段谱间关系法、水体指数等传统水体提取方法相比,利用多波段的信息,进行波段组合,通过比值运算突出水体信息,有利于消除地形的影响,提取的结果更加精准可靠;

[0098] (4) 利用LST、Albedo和NDBI表征建筑物信息具有指标简单、易于获取,方法准确、快速的特点;减少了人为误判的可能,同时大大缩短了解译时间和劳动力成本,也提高了排除河道附近建筑物的精度和效率;

[0099] (5) 基于研究区DEM山体阴影提取的过程中,利用ArcGIS软件,基于假想的照明光源对高程栅格图的每个栅格单元计算照明值,模拟遥感影像拍摄时的阴影,结合直方图确定阈值,操作容易,并且高效,可以有效排除山体阴影的影响。