



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 109685006 B

(45) 授权公告日 2021.06.22

(21) 申请号 201811588154.1

(22) 申请日 2018.12.25

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 109685006 A

(43) 申请公布日 2019.04.26

(73) 专利权人 核工业北京地质研究院
地址 100029 北京市朝阳区小关东里十号
院

(72) 发明人 伊丕源 童鹏 钱坤 赵英俊

(74) 专利代理机构 核工业专利中心 11007
代理人 闫兆梅

(51) Int. Cl.
G06K 9/00 (2006.01)

(56) 对比文件

CN 105488770 A, 2016.04.13

CN 106291505 A, 2017.01.04

CN 106022259 A, 2016.10.12

Zahra Azizi等. Forest Road Detection Using LiDAR Data.《Journal of Forestry Research》.2014,第25卷(第4期),第975-980页.

审查员 吕鑫

权利要求书1页 说明书4页

(54) 发明名称

从机载激光雷达点云中提取植被覆盖区道路目标的方法

(57) 摘要

本发明属于遥感测绘技术领域,具体涉及一种从机载激光雷达点云中提取植被覆盖区道路目标的方法,本发明的方法包括以下步骤:首先,依据回波次序分类,并对首次回波点和单次回波点进行回波强度校正,完成校正后合并分类;其次,采用三角网迭代滤波方法分离出地面点、其它地物点,进一步依据回波次序分类,从地面点中分离出单次回波点和末次回波点;然后,依据回波强度、末次回波点与同一激光脉冲首次回波点的高差分类提取道路目标;最后,依据距离值、高程值,去除离散噪点。本发明利用机载激光雷达对植被的穿透能力以及道路等地物的回波强度较稳定的特性,能够实现对植被覆盖区道路的准确快速提取。

1. 一种从机载激光雷达点云中提取植被覆盖区道路目标的方法,其特征在于:包括以下步骤:

步骤1依据回波次序分类,并对首次回波点和单次回波点进行回波强度校正,完成校正后合并分类;所述的步骤1中包括以下步骤:

步骤1.1对激光点数据依据回波次序进行处理,分离提取单次回波点、首次回波点;

步骤1.2对单次回波点、首次回波点的回波强度值进行校正:以激光传输距离为参考,对激光点的回波强度进行校正处理,首先采用下式计算高程平均值:

$$Z_{\text{平均}} = (Z_{\text{最高}} + Z_{\text{最低}}) / 2$$

然后依据下式进行回波强度初步校正:

$$I_{\text{校正值}} = I_{\text{源数值}} \cdot R_j^2 / (R_A^2 \cdot \cos\alpha);$$

所述的步骤1.2中的 $Z_{\text{最高}}$ 为高程最大值, $Z_{\text{最低}}$ 为高程最小值, $Z_{\text{平均}}$ 为高程平均值;所述的步骤1.2中的 $R_j = H - Z_j$, $R_A = H - Z_{\text{平均}}$, H 为机载LiDAR数据获取时的飞行航高, Z_j 为激光点 P_j 高程值, $j=1, \dots, n$, R_j 为激光点 P_j 对地传输距离, R_A 为整个测区的 n 个激光点平均对地传输距离, $I_{\text{源数值}}$ 为激光点 P_j 回波强度原始值, $I_{\text{校正值}}$ 为激光点 P_j 回波强度校正值, α 为激光扫描入射角;

步骤1.3合并校正后的激光单次回波点、首次回波点和其它激光点;

步骤2采用三角网迭代滤波方法分离出地面点、其它地物点,进一步依据回波次序分类,从地面点中分离出单次回波点和末次回波点;所述的步骤2中包括以下步骤:

步骤2.1采用三角网迭代滤波方法分离出地面点、其它地物点;

步骤2.2依据回波次序分类,从地面点中分离出单次回波点和末次回波点;

步骤3依据回波强度、末次回波点与同一激光脉冲首次回波点的高差分类提取道路目标;所述的步骤3中包含以下步骤:

步骤3.1设定道路回波强度范围,对于步骤2保留的激光点数据再次分类,仅保留回波强度处于道路回波强度范围内的激光点云数据;

步骤3.2设定距离阈值,若末次回波点与对应的同一激光脉冲首次回波点高差位于距离阈值范围内,则判定该点为道路点并予以保留;若末次回波点与对应的同一激光脉冲首次回波点高差不属于距离阈值范围内,则判定该点不属于道路点并删除;

步骤4依据距离值、高程值,去除离散噪点;所述的步骤4中对于步骤3保留的激光点云数据,以距离值、高程值为参考,进行迭代计算,逐个计算每个激光点云与其最近的激光点之间的距离、并比较其高程值。

2. 根据权利要求1所述的一种从机载激光雷达点云中提取植被覆盖区道路目标的方法,其特征在于:所述的步骤4中距离的、高程值的判定规则如下:

距离值>距离阈值,高程<高程阈值,判定为非道路点;

距离值>距离阈值,高程>高程阈值,判定为非道路点;

距离值<距离阈值,高程<高程阈值,判定为道路点;

距离值<距离阈值,高程>高程阈值,判定为非道路点;

通过以上过程,判定非道路点为孤立的噪点,并予以删除。

从机载激光雷达点云中提取植被覆盖区道路目标的方法

技术领域

[0001] 本发明属于遥感测绘技术领域,具体涉及一种从机载激光雷达点云中提取植被覆盖区道路目标的方法,尤其是一种基于激光点云的树下目标探测方法。

背景技术

[0002] 在高植被覆盖区以及其他类似的环境中,光学遥感技术往往难以获取树下的地物和地质等相关信息,从而使得很多研究工作难以展开。

[0003] 而激光雷达具有穿透性,每一束激光脉冲具有多次回波能力,能够穿透树木等地物,获取树下的地物和地表的回波信息。通过对其多次回波信号进行过滤和分类,能够对植被与非植被进行区分,并获取树下地物的激光回波信息进行识别。这种地物穿透能力与多次回波能力,弥补了传统光学遥感的不足,因此如何利用机载激光雷达的优势实现植被覆盖区的目标探测提取具有重要应用价值,其可以与传统光学遥感相结合,进一步提高信息提取精度并拓宽应用领域。

发明内容

[0004] 本发明的目的在于提供一种从机载激光雷达点云中提取植被覆盖区道路目标的方法,该方法能够解决现有光学遥感技术穿透力较弱,难以实现植被覆盖区的目标探测提取的技术问题。

[0005] 本发明的技术方案如下所述:

[0006] 一种从机载激光雷达点云中提取植被覆盖区道路目标的方法,包括以下步骤:步骤1依据回波次序分类,并对首次回波点和单次回波点进行回波强度校正,完成校正后合并分类;步骤2采用三角网迭代滤波方法分离出地面点、其它地物点,进一步依据回波次序分类,从地面点中分离出单次回波点和末次回波点;步骤3依据回波强度、末次回波点与同一激光脉冲首次回波点的高差分类提取道路目标;步骤4依据距离值、高程值,去除离散噪点。

[0007] 进一步地,所述的步骤1中包括以下步骤:

[0008] 步骤1.1对激光点数据依据回波次序进行处理,分离提取单次回波点、首次回波点;

[0009] 步骤1.2对单次回波点、首次回波点的回波强度值进行校正:以激光传输距离为参考,对激光点的回波强度进行校正处理,首先采用依据下式计算高程平均值:

$$[0010] \quad Z_{\text{平均}} = (Z_{\text{最高}} + Z_{\text{最低}}) / 2$$

[0011] 然后依据下式进行回波强度初步校正:

$$[0012] \quad I_{\text{校正值}} = I_{\text{源值}} \cdot R_j^2 / (R_A^2 \cdot \cos\alpha);$$

[0013] 步骤1.3合并校正后的激光单次回波点、首次回波点和其它激光点。

[0014] 进一步地,所述的步骤1.2中 $Z_{\text{最高}}$ 为高程最大值, $Z_{\text{最低}}$ 为高程最小值, $Z_{\text{平均}}$ 为高程平均值。

[0015] 进一步地,所述的步骤1.2中 $R_j = H - Z_j$, $R_A = H - Z_{\text{平均}}$, H 为机载LiDAR数据获取时的飞

行航高, Z_j 为激光点 P_j 高程值, $j=1, \dots, n$, R_j 为激光点 P_j 对地传输距离, R_A 为整个测区的 n 个激光点平均对地传输距离, $I_{j\text{原数值}}$ 为激光点 P_j 回波强度原始值, $I_{j\text{校正值}}$ 为激光点 P_j 回波强度校正, α 为激光扫描入射角。

[0016] 进一步地, 所述的步骤2中包括以下步骤:

[0017] 步骤2.1采用三角网迭代滤波算法分离出地面点、其它地物点;

[0018] 步骤2.2依据回波次序分类, 从地面点中分离出单次回波点和末次回波点。

[0019] 进一步地, 所述的步骤3中包含以下步骤:

[0020] 步骤3.1设定道路回波强度范围, 对于步骤2保留的激光点云数据再次分类, 仅保留回波强度处于道路回波强度范围内的激光点云数据;

[0021] 若植被覆盖区道路存在部分裸露路段, 则激光点为单次回波, 且经过步骤1中校正, 则可依靠回波强度实现较为准确的提取, 且提取的道路宽度等数值可为后续步骤作参考。

[0022] 步骤3.2设定距离阈值, 若末次回波点与对应的同一激光脉冲首次回波点高差位于距离阈值范围内, 则判定该点为道路点并予以保留; 若末次回波点与对应的同一激光脉冲首次回波点高差不属于距离阈值范围内, 则判定该点不属于道路点并删除。

[0023] 进一步地, 所述的步骤4中, 对于步骤3保留的激光点云数据, 以距离值、高程值为参考, 进行迭代计算, 逐个计算每个激光点云与其最近的激光点之间的距离、并比较其高程值, 判定规则如下:

[0024] 距离值 > 距离阈值, 高程 < 高程阈值, 判定为非道路点;

[0025] 距离值 > 距离阈值, 高程 > 高程阈值, 判定为非道路点;

[0026] 距离值 < 距离阈值, 高程 > 高程阈值, 判定为非道路点;

[0027] 距离值 < 距离阈值, 高程 < 高程阈值, 判定为道路点;

[0028] 通过以上过程, 判定非道路点为孤立的噪点, 并予以删除。

[0029] 本发明的有益效果为:

[0030] (1) 本发明的一种从机载激光雷达点云中提取植被覆盖区道路目标的

[0031] (2) 方法, 利用机载激光雷达对植被的穿透能力, 以及道路等地物的回波强度较稳定的特性, 能够实现对植被覆盖区道路的准确快速提取;

[0032] (3) 本发明的一种从机载激光雷达点云中提取植被覆盖区道路目标的方法, 能够提取植被覆盖区树林下均匀材质、形状较规则、具有一定面积的地物, 可以拓展用于目标探测等领域。

具体实施方式

[0033] 下面结合实施例对本发明的一种从机载激光雷达点云中提取植被覆盖区道路目标的方法进行详细说明。

[0034] 实验数据基于ALTM Gemini机载激光雷达系统获得, 该设备激光波长1064nm, 波束角0.3mrad, 具有4次回波记录能力。实验区位于南宁市青秀山森林公园。

[0035] 本发明的一种从机载激光雷达点云中提取植被覆盖区道路目标的方法, 包括以下步骤:

[0036] 步骤1依据回波次序分类, 并对首次回波点和单次回波点进行回波强度校正, 完成

校正后合并分类

[0037] 步骤1.1在TerraSolid软件中,对激光点数据依据回波次序进行分类处理,一类包括单次回波点、首次回波点,其余激光点归为一类,分离提取单次回波点、首次回波点;

[0038] 步骤1.2导出单次回波点、首次回波点数据,对单次回波点、首次回波点的回波强度值进行校正:以激光传输距离为参考,对激光点的回波强度进行校正处理,采用依据下式计算高程平均值:;

$$[0039] \quad Z_{\text{平均}} = (Z_{\text{最高}} + Z_{\text{最低}}) / 2$$

[0040] 式中,

[0041] $Z_{\text{最高}}$ 为高程最大值;

[0042] $Z_{\text{最低}}$ 为高程最小值;

[0043] $Z_{\text{平均}}$ 为高程平均值;

[0044] 然后依据下式进行回波强度初步校正:

$$[0045] \quad I_{\text{校正值}} = I_{\text{原始值}} \cdot R_j^2 / (R_A^2 \cdot \cos\alpha), \text{ 其中, } R_j = H - Z_j, R_A = H - Z_{\text{平均}};$$

[0046] 式中,

[0047] H为机载LiDAR数据获取时的飞行航高;

[0048] Z_j 为激光点 P_j 高程值, $j=1, \dots, n$;

[0049] R_j 为激光点 P_j 对地传输距离;

[0050] R_A 为整个测区的n个激光点平均对地传输距离;

[0051] $I_{\text{原始值}}$ 为激光点 P_j 回波强度原始值;

[0052] $I_{\text{校正值}}$ 为激光点 P_j 回波强度校正值。

[0053] α 为激光扫描入射角。

[0054] 步骤1.3合并校正后的激光单次回波点、首次回波点和其它激光点。

[0055] 步骤2采用三角网迭代滤波方法分离出地面点、其它地物点,进一步依据回波次序分类,从地面点中分离出单次回波点和末次回波点,包括以下步骤:

[0056] 步骤2.1采用三角网迭代滤波算法重新对激光点数据进行分类,分离出地面点、其它地物。

[0057] 步骤2.2依据回波次序分类,从地面点中分离出单次回波点和末次回波点。

[0058] 步骤3依据回波强度、末次回波点与同一激光脉冲首次回波点的高差分类提取道路目标,包含以下步骤:

[0059] 步骤3.1设定道路回波强度范围,此处取值为20-28、6-12,对于步骤2保留的激光点云数据再次分类,仅保留回波强度处于道路回波强度范围内的激光点云数据。其中20-28的回波强度范围对应于少量裸露的道路,6-12则对应于林下道路。

[0060] 步骤3.2设定距离阈值为3-7m,若末次回波点与对应的同一激光脉冲首次回波点高差位于距离阈值范围内,则判定该点为道路点并予以保留;若末次回波点与对应的同一激光脉冲首次回波点高差不属于距离阈值范围内,则判定该点不属于道路点并删除。

[0061] 步骤4依据距离值、高程值,去除离散噪点,包含以下步骤:

[0062] 对于步骤3保留的激光点云数据,以距离值4m、高程值1m为参考,进行迭代计算,逐个计算每个激光点云与其最近的激光点之间的距离、并比较其高程值,判定规则如下:

[0063] 距离值>距离阈值,高程<高程阈值,判定为非道路点;

[0064] 距离值>距离阈值,高程>高程阈值,判定为非道路点;

[0065] 距离值<距离阈值,高程>高程阈值,判定为非道路点;

[0066] 距离值<距离阈值,高程<高程阈值,判定为道路点;

[0067] 通过以上过程,判定非道路点为孤立的噪点,并予以删除。最终提取植被覆盖区道路。

[0068] 上面结合实施例对本发明作了详细说明,但是本发明并不限于上述实施例,在本领域普通技术人员所具备的知识范围内,还可以在不脱离本发明宗旨的前提下作出各种变化。本发明中未作详细描述的内容均可以采用现有技术。