

(12) 按照专利合作条约所公布的国际申请

(19) 世界知识产权组织
国际局

(43) 国际公布日
2022 年 1 月 27 日 (27.01.2022)



(10) 国际公布号
WO 2022/017539 A1

- (51) 国际专利分类号:
G01S 15/88 (2006.01)
- (21) 国际申请号: PCT/CN2021/110817
- (22) 国际申请日: 2021 年 8 月 5 日 (05.08.2021)
- (25) 申请语言: 中文
- (26) 公布语言: 中文
- (30) 优先权:
202010725096.3 2020 年 7 月 24 日 (24.07.2020) CN
- (71) 申请人: 江苏大学 (JIANGSU UNIVERSITY) [CN/CN]; 中国江苏省镇江市京口区学府路 301 号, Jiangsu 212013 (CN)。
- (72) 发明人: 欧鸣雄 (OU, Mingxiong); 中国江苏省镇江市京口区学府路 301 号, Jiangsu 212013 (CN)。汪明 (WANG, Ming); 中国江苏省镇江市京口区学府路 301 号, Jiangsu 212013 (CN)。贾卫东 (JIA, Weidong); 中国江苏省镇江市京口区学府路 301 号, Jiangsu 212013 (CN)。周慧涛 (ZHOU, Huitao);

中国江苏省镇江市京口区学府路 301 号, Jiangsu 212013 (CN)。戴世群 (DAI, Shiqun); 中国江苏省镇江市京口区学府路 301 号, Jiangsu 212013 (CN)。杨帅 (YANG, Shuai); 中国江苏省镇江市京口区学府路 301 号, Jiangsu 212013 (CN)。

(74) 代理人: 南京智造力知识产权代理有限公司 (NANJING DOYES INTELLECTUAL PROPERTY CO., LTD.); 中国江苏省南京市江宁区芝兰路 18 号 4 幢 1202 室, Jiangsu 211100 (CN)。

(81) 指定国 (除另有指明, 要求每一种可提供的国家保护): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, IT, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL,

(54) Title: METHOD FOR DETECTING TREE CROWN WIDTH EMPLOYING ULTRASONIC ECHO SIGNAL

(54) 发明名称: 一种基于超声回波信号的树体冠层厚度探测方法

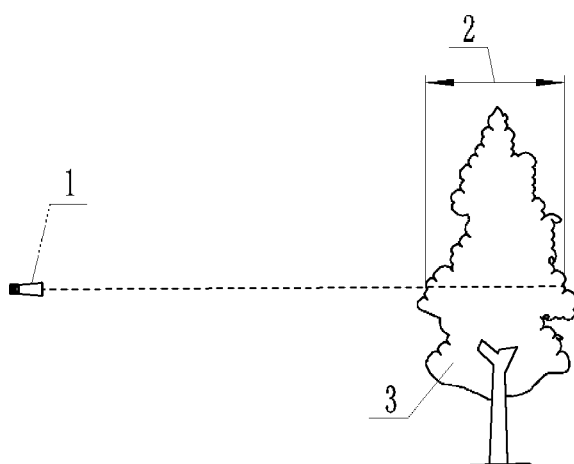


图 1

(57) Abstract: The invention relates to the field of agricultural mechanical information sensing and detection technology. Provided is a method for detecting a tree crown width (2) employing an ultrasonic echo signal (5). In the method, analysis is performed to determine the first valid peak and the last valid peak of an ultrasonic echo signal (5), a time of the first valid peak and a time of the last valid peak are obtained, and a given computational formula is used to obtain a tree crown width (2). The invention enables direct detection of a tree crown width (2). The method has advantages such as high accuracy and a wide range of applications. The invention is applicable to detection of a tree crown thickness (2) in agricultural machinery and forestry machinery industries.

(57) 摘要: 一种基于超声回波信号 (5) 的树体冠层厚度 (2) 探测方法, 属于农业机械信息传感探测技术领域。该方法通过分析判别超声回波信号 (5) 的第一个有效波峰和最后一个有效波峰, 获取第一个有效波峰时间和最后一个有效波峰时间, 并根据提供的计算公式获得树体冠层厚度 (2), 以此实现树体冠层厚度 (2) 的直接探测。该方法具有精度高和适用范围广等特点, 适用于农业机械和林业机械等行业的树体冠层厚度 (2) 探测领域。

ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US,
UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW。

- (84) 指定国 (除另有指明, 要求每一种可提供的地区
保护): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ,
NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 欧亚 (AM,
AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 欧洲 (AL, AT, BE, BG,
CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU,
IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT,
RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI,
CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG)。

本国际公布:

- 包括国际检索报告 (条约第21条(3))。
- 包括关于请求恢复一项或多项优先权要求的信息
(细则26之二. 3和48. 2(b) (vii))。

一种基于超声回波信号的树体冠层厚度探测方法

技术领域

本发明涉及一种基于超声回波信号的树体冠层厚度探测方法,属于农业机械信息传感探测技术领域,具体的说,是一种适用于采用超声波传感器对树体冠层厚度进行传感探测的技术。

背景技术

在果园植保变量喷雾机械等智能化农业机械作业过程中,为了实现作业参数的精确调整,需要对树体冠层厚度进行实时传感探测。

目前,传统的树体冠层厚度传感探测方法主要是利用红外、超声和激光的测距原理,一方面假定农业机械与树体冠层中心之间的距离不变,同时还假定树体冠层呈对称性分布,在此基础上,通过红外传感器、超声传感器和激光传感器探测机械和树体冠层之间的距离,以此来间接计算沿超声探测方向的树体冠层厚度值,从而为喷雾施药等作业提供参考。

目前,传统的树体冠层厚度传感探测方法存在以下问题:一是在实际作业过程中,农业机械与树体冠层中心之间的距离是持续变化的,而传统方法则是假定该距离不变,从而在树体冠层厚度的计算中引入了很大的误差。二是该方法适用于对称性较好的纺锤形果树,对篱笆形果树等树体冠层为非对称性的果树,适用性很差。

发明内容

本发明提供了一种基于超声回波信号的树体冠层厚度探测方法,本发明利用超声波传感器的可靠性好、适用性强、信号响应快和成本低的优势,提出了一种通过超声回波信号直接进行树体冠层厚度探测的方法,该方法同时适用于纺锤形和篱笆形等各类果树,具有准确性高和适用范围广等特点。

本发明的技术方案是:

超声波传感器面向树体冠层发出超声波发射信号,树体冠层反射形成超声回波信号,获取超声回波信号,超声回波信号由电压数据和其对应的时间数据组成。其中,电压数据生成数组 $V_i=[V_1, V_2, V_3, \dots, V_n]$; 时间数据生成数组 $T=[T_1, T_2, T_3, \dots, T_n]$; $i=1, 2, 3, \dots, n$ 。根据数组 V 和数组 T 进行树体冠层厚度的探测计算,具体步骤如下:

第一步,从超声回波信号中获取第一个有效波峰和第一个有效波峰时间:从 $i=2$ 开始,对数组 V 中的 V_i 进行依次判别,随着 i 逐渐增大,当第一个 V_i 同时满足 $V_i > V_{i-1}$ 和 $V_i > \text{MAX}(V_{i+1}, V_{i+2} \dots V_{i+m})$ 时,设定 V_i 为超声回波信号的第一个有效波峰 V_x , V_x 对应的时间数据为第一个有效波峰时间 T_x 。

其中 i 取 $2, 3, 4 \dots n$; $\text{MAX}(V_{i+1}, V_{i+2}, \dots V_{i+m})$ 为数组 $[V_{i+1}, V_{i+2}, \dots V_{i+m}]$ 中的最大值; m 为第一个有效波峰的有效数, $m = k_1 f$, k_1 为采样时长, $k_1=0.001-0.0005$, 单位为秒; f 为超声回波信号的采样频率, 单位为赫兹。

第二步,从超声回波信号中获取最后一个有效波峰和最后一个有效波峰时间:从 $j=n-1$ 开始,对数组 V 中的 V_j 依次进行判别,随着 j 逐渐减小,当第一个 V_j 同时满足 $V_j > \text{MAX}(V_{j-1}, V_{j-2}, \dots V_{j-s})$ 和 $V_j > \text{MAX}(V_{j+1}, \dots V_n)$ 时,设定 V_j 为超声回波信号的最后一个有效波峰 V_y , V_y 对应的时间数据为最后一个有效波峰时间 T_y 。

其中 j 取 $1, 2, 3 \dots n-1$; $\text{MAX}(V_{j-1}, V_{j-2}, \dots V_{j-s})$ 为数组 $[V_{j-1}, V_{j-2}, \dots V_{j-s}]$ 中的最大值, $\text{MAX}(V_{j+1}, \dots V_n)$ 为数组 $[V_{j+1}, \dots V_n]$ 中的最大值; s 为最后一个有效波峰的有效数, $s = k_2 f$, k_2 为采样时长, $k_2=0.0005-0.0001$, 单位为秒; f 为超声回波信号的采样频率, 单位为赫兹。

第三步,根据第一步获取的第一个有效波峰时间 T_x 和第二步获取的最后一个有效波峰时间 T_y , 得到树体冠层厚度 L 的计算公式如下:

$$L = k \frac{v_o(T_y - T_x)}{2}$$

其中, L 为树体冠层厚度, 单位为米; v_o 为当地的超声波传播速率, 单位为米/每秒; T_x 为超声回波信号的第一个有效波峰时间, 单位为秒; T_y 为超声回波信号的最后一个有效波峰时间, 单位为秒; k 为修正系数, 当树体冠层叶面积指数 LAI 满足 $1.5 \leq LAI \leq 4.0$ 时, $k=1$; 当树体冠层叶面积指数 $LAI < 1.5$ 时, $k = \frac{|LAI-1.5|}{3} + 1$; 当树体冠层叶面积指数 $LAI > 4$ 时, $k = \frac{|LAI-4|}{2} + 1$ 。

本发明的有益效果: 采用本发明提供的方法可以直接利用超声回波信号计算树体冠层厚度的数值, 不需考虑农业机械与树体冠层之间的距离, 同时, 对树

体外形没有要求，适用于多种作业条件下、不同树体的树体冠层厚度探测。

附图说明

下面结合附图和具体实施方式对本发明作进一步说明：

图 1 是本发明一个实施例的超声波传感器探测树体冠层厚度方案示意图；

图 2 是本发明一个实施例的超声波发射信号和超声回波信号示意图；

图 3 是本发明一个实施例的超声回波信号示意图。

图中：1.超声波传感器，2.树体冠层厚度 L ，3.树体冠层，4. 超声波发射信号，5.超声回波信号。

具体实施方式

下面结合本发明实施例中的附图，对本发明的技术方案进行清楚、完整地描述。

如图 1 所示，为本发明一实施例提供的超声波传感器探测树体冠层厚度方案示意图，超声波传感器 1 面向树体冠层 3 发出超声波发射信号 4，树体冠层 3 反射形成超声回波信号 5，沿超声传感器 1 发出的超声探测方向的树体冠层厚度 2 如图 1 所示。

典型的超声波发射信号 4 和超声回波信号 5 如图 2 所示，超声波发射信号 4 和超声回波信号 5 都是由一定时间内的电压数据及其对应的时间数据组成，其中，超声波发射信号 4 由时间 T_a 和 T_b 之间的电压数据及其对应的时间数据组成，超声回波信号 5 由时间 T_c 和 T_d 之间的电压数据及其对应的时间数据组成。

典型的超声回波信号 5 如图 3 所示，超声回波信号 5 由时间 T_c 和 T_d 之间的电压数据组成。其中，电压数据生成数组 $V=[V_1; V_2; V_3; \dots V_n]$ ；时间数据生成数组 $T=[T_1; T_2; T_3; \dots T_n]$ ； $i=1, 2, 3, \dots n$ 。

在上述基础上，根据数组 V 和数组 T 进行树体冠层厚度 2 的探测计算，具体步骤如下：

第一步，从超声回波信号中获取第一个有效波峰和第一个有效波峰时间：从 $i=2$ 开始，对数组 V 中的 V_i 进行依次判别，随着 i 逐渐增大，当第一个 V_i 同时满足 $V_i > V_{i-1}$ 和 $V_i > \max(V_{i+1}, V_{i+2} \dots V_{i+m})$ 时，设定 V_i 为超声回波信号的第一个有效波峰 V_x ， V_x 对应的时间数据为第一个有效波峰时间 T_x ，如图 3 所示。

其中 i 取 $2, 3, 4, \dots n$ ； $\max(V_{i+1}, V_{i+2}, \dots V_{i+m})$ 为数组 $[V_{i+1}, V_{i+2}, \dots V_{i+m}]$ 中

的最大值； m 为第一个有效波峰的有效数， $m = k_1 f$ ， k_1 为采样时长， $k_1=0.001-0.0005$ ，单位为秒； f 为超声回波信号的采样频率，单位为赫兹。

第二步，从超声回波信号中获取最后一个有效波峰和最后一个有效波峰时间：从 $j=n-1$ 开始，对数组 V 中的 V_j 依次进行判别，随着 j 逐渐减小，当第一个 V_j 同时满足 $V_j > \text{MAX}(V_{j-1}, V_{j-2}, \dots V_{j-s})$ 和 $V_j > \text{MAX}(V_{j+1}, \dots V_n)$ 时，设定 V_j 为超声回波信号的最后一个有效波峰 V_y ， V_y 对应的时间数据为最后一个有效波峰时间 T_y ，如图 3 所示。

其中 j 取 $1, 2, 3 \dots n-1$ ； $\text{MAX}(V_{j-1}, V_{j-2}, \dots V_{j-s})$ 为数组 $[V_{j-1}, V_{j-2}, \dots V_{j-s}]$ 中的最大值， $\text{MAX}(V_{j+1}, \dots V_n)$ 为数组 $[V_{j+1}, \dots V_n]$ 中的最大值； s 为最后一个有效波峰的有效数， $s = k_2 f$ ， k_2 为采样时长， $k_2=0.0005-0.0001$ ，单位为秒； f 为超声回波信号的采样频率，单位为赫兹。

第三步，根据第一步获取的第一个有效波峰时间 T_x 和第二步获取的最后一个有效波峰时间 T_y ，得到树体冠层厚度 L 的计算公式如下：

$$L = k \frac{v_o(T_y - T_x)}{2}$$

其中， L 为树体冠层厚度，单位为米； v_o 为当地的超声波传播速率，单位为米每秒； T_x 为超声回波信号的第一个有效波峰时间，单位为秒； T_y 为超声回波信号的最后一个有效波峰时间，单位为秒； k 为修正系数，当树体冠层叶面积指数 LAI 满足 $1.5 \leq LAI \leq 4.0$ 时， $k=1$ ；当树体冠层叶面积指数 $LAI < 1.5$ 时， $k = \frac{|LAI-1.5|}{3} + 1$ ；当树体冠层叶面积指数 $LAI > 4$ 时， $k = \frac{|LAI-4|}{2} + 1$ 。

当树体冠层叶面积指数 LAI 为 3，修正系数 $k=1$ ，当地的超声波传播速率 $v_o = 340$ 米每秒，超声回波信号的采样频率 $f=400000$ 赫兹，采样时长 $k_1=0.001$ 秒，采样时长 $k_2=0.0005$ 秒，根据上述实施例提供的方法，对树体冠层厚度 L 进行探测，得到树体冠层厚度 L 与实际树体冠层厚度 LO 的对比如表 1 所示。

表 1：本发明实施例和实际树体冠层厚度的对比

树体冠层厚度 L (米)	实际树体冠层厚度 LO (米)	相对误差 δ (%)
0.29	0.30	-3.3

0.42	0.40	5.0
0.52	0.50	4.0
0.57	0.60	-5.0

如表 1 所示，本发明实施例得到的树体冠层厚度 L 与实际树体冠层厚度 LO 的数值非常接近，相对误差 δ 在 3%至 5%之间，该结果显示了本发明准确性高的特点，尤其适用于山地和丘陵地区各类果树的探测。

相对误差 δ 的定义为： $\delta = 100 \times \frac{(L-LO)}{LO}$ ，其中 δ 为相对误差，单位为%，L为树体冠层厚度，单位为米，LO 为实际树体冠层厚度，单位为米。

权利要求书

1.一种基于超声回波信号的树体冠层厚度探测方法,其特征在于,超声波传感器面向树体冠层发出超声波发射信号,树体冠层反射形成超声回波信号,获取超声回波信号,超声回波信号由电压数据和其对应的时间数据组成;其中,电压数据生成数组 $V_i=[V_1, V_2, V_3, \dots, V_n]$;时间数据生成数组 $T=[T_1, T_2, T_3, \dots, T_n]$; $i=1, 2, 3, \dots, n$, 树体冠层厚度 L 的计算公式如下:

$$L = k \frac{v_0(T_y - T_x)}{2}$$

其中, L 为树体冠层厚度, 单位为米; v_0 为当地的超声波传播速率, 单位为米/每秒; T_x 为超声回波信号的第一个有效波峰时间, 单位为秒; T_y 为超声回波信号的最后一个有效波峰时间, 单位为秒; k 为修正系数, 当树体冠层叶面积指数 LAI 满足 $1.5 \leq LAI \leq 4.0$ 时, $k=1$; 当树体冠层叶面积指数 $LAI < 1.5$ 时, $k = \frac{|LAI-1.5|}{3} + 1$; 当树体冠层叶面积指数 $LAI > 4$ 时, $k = \frac{|LAI-4|}{2} + 1$ 。

2.如权利要求1所述的一种基于超声回波信号的树体冠层厚度探测方法, 其特征在于, 超声回波信号的第一个有效波峰时间获取方法如下: 从 $i=2$ 开始, 对数组 V 中的 V_i 进行依次判别, 随着 i 逐渐增大, 当第一个 V_i 同时满足 $V_i > V_{i-1}$ 和 $V_i > \max(V_{i+1}, V_{i+2}, \dots, V_{i+m})$ 时, 设定 V_i 为超声回波信号的第一个有效波峰 V_x , V_x 对应的时间数据为第一个有效波峰时间 T_x ; 其中 i 取 $2, 3, 4, \dots, n$; $\max(V_{i+1}, V_{i+2}, \dots, V_{i+m})$ 为数组 $[V_{i+1}, V_{i+2}, \dots, V_{i+m}]$ 中的最大值; m 为第一个有效波峰的有效数。

3.如权利要求2所述的一种基于超声回波信号的树体冠层厚度探测方法, 其特征在于, 第一个有效波峰的有效数 $m = k_1 f$, k_1 为采样时长, $k_1=0.001-0.0005$, 单位为秒; f 为超声回波信号的采样频率, 单位为赫兹。

4.如权利要求1所述的一种基于超声回波信号的树体冠层厚度探测方法, 其特征在于, 超声回波信号的最后一个有效波峰时间获取方法如下: 从 $j=n-1$ 开始, 对数组 V 中的 V_j 依次进行判别, 随着 j 逐渐减小, 当第一个 V_j 同时满足 $V_j > \max(V_{j-1}, V_{j-2}, \dots, V_{j-s})$ 和 $V_j > \max(V_{j+1}, \dots, V_n)$ 时, 设定 V_j 为超声回波信号的最后一个有效波峰 V_y , V_y 对应的时间数据为最后一个有效波峰时间 T_y ; 其中 j 取 $1, 2, 3, \dots, n-1$; $\max(V_{j-1}, V_{j-2}, \dots, V_{j-s})$ 为数组 $[V_{j-1}, V_{j-2}, \dots, V_{j-s}]$ 中的最

大值, $\text{MAX}(V_{j+1}, \dots V_n)$ 为数组 $[V_{j+1}, \dots V_n]$ 中的最大值; s 为最后一个有效波峰的有效数。

5. 如权利要求 4 所述的一种基于超声回波信号的树体冠层厚度探测方法, 其特征在于, 最后一个有效波峰的有效数 $s = k_2 f$, k_2 为采样时长, $k_2 = 0.0005 - 0.0001$, 单位为秒; f 为超声回波信号的采样频率, 单位为赫兹。

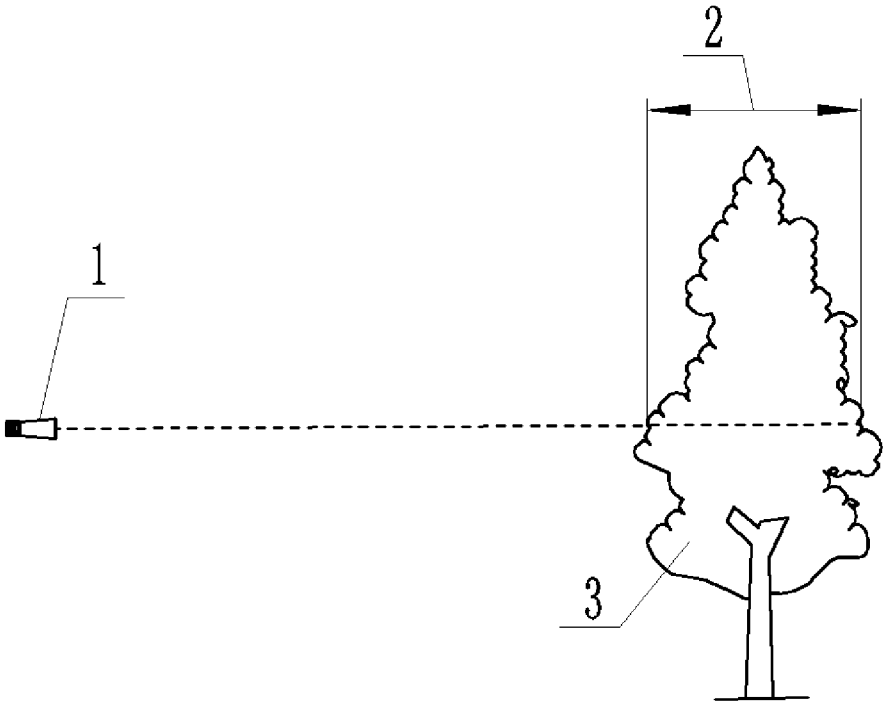


图 1

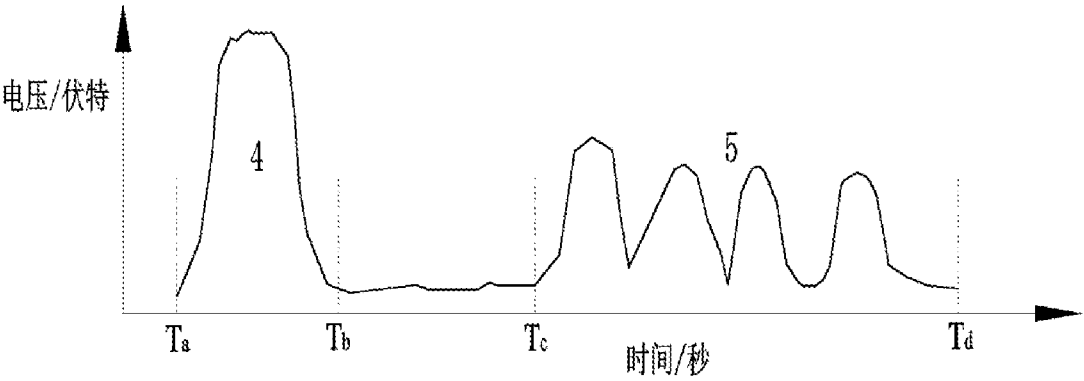


图 2

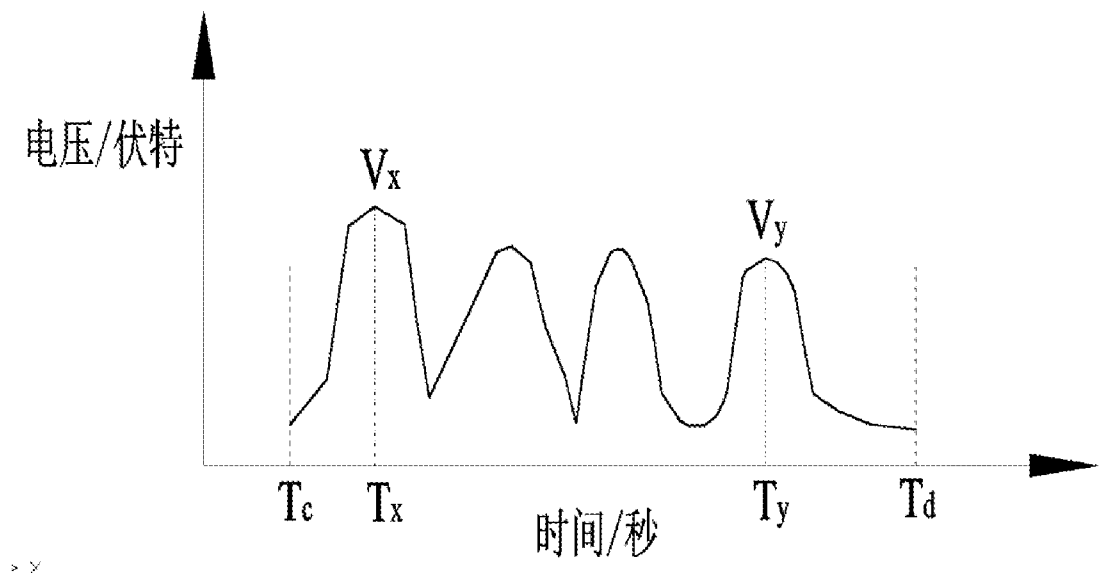


图 3

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2021/110817

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G01S 15/88(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

G01S13/-;G01S15/-;G01S17/-;G01S7/-

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

WPI: EPODOC; CNKI; CNPAT: 欧鸣雄, 周慧涛, 贾卫东, 超声, 激光, 雷达, 冠层, 树冠, 厚度, 高度, 回波, 多, 时间, 距离, 修正, 校正, 叶面积指数, 第一, 最后, ultrasonic, supersonic, laser, lidar, ladar, sonar, probe, radar, canopy, crown, tree, height, thickness, echo??, multi+, time, TOF, distance, rang+, calibrat+, correct+, LAI, leaf w area w index, first, last

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
PX	CN 111781605 A (JIANGSU UNIVERSITY) 16 October 2020 (2020-10-16) claims 1-5	1-5
A	CN 105866792 A (THE INSTITUTE OF REMOTE SENSING AND DIGITAL EARTH, CHINESE ACADEMY OF SCIENCES) 17 August 2016 (2016-08-17) description, paragraph [0010], and figure 2	1-5
A	CN 110506723 A (JIANGSU UNIVERSITY) 29 November 2019 (2019-11-29) description, paragraphs [0019]-[0029]	1-5
A	CN 104199042 A (LI, Yafeng) 10 December 2014 (2014-12-10) entire document	1-5
A	CN 104062644 A (DONG, Lixin) 24 September 2014 (2014-09-24) entire document	1-5
A	DE 102010033213 A1 (VALEO SCHALTER & SENSOREN G.M.B.H.) 09 February 2012 (2012-02-09) entire document	1-5
A	JP 2010096752 A (ADOIN KENKYUSHO K.K. et al.) 30 April 2010 (2010-04-30) entire document	1-5



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
 “E” earlier application or patent but published on or after the international filing date
 “L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
 “O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
 “P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
 “X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
 “Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
 “&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

18 October 2021

Date of mailing of the international search report

28 October 2021

Name and mailing address of the ISA/CN

China National Intellectual Property Administration (ISA/
CN)
No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao, Haidian District, Beijing
100088
China

Facsimile No. (86-10)62019451

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/CN2021/110817

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
CN	111781605	A	16 October 2020	None			
CN	105866792	A	17 August 2016	CN	105866792	B	26 April 2019
CN	110506723	A	29 November 2019	None			
CN	104199042	A	10 December 2014	None			
CN	104062644	A	24 September 2014	None			
DE	102010033213	A1	09 February 2012	None			
JP	2010096752	A	30 April 2010	WO	2010032495	A1	25 March 2010
				JP	5269729	B2	21 August 2013

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2021/110817

A. 主题的分类

G01S 15/88 (2006.01) i

按照国际专利分类 (IPC) 或者同时按照国家分类和 IPC 两种分类

B. 检索领域

检索的最低限度文献 (标明分类系统和分类号)

G01S13/-; G01S15/-; G01S17/-; G01S7/-

包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献

在国际检索时查阅的电子数据库 (数据库的名称, 和使用的检索词 (如使用))

WPI; EPDOC; CNKI; CNPAT: 欧鸣雄, 周慧涛, 贾卫东, 超声, 激光, 雷达, 冠层, 树冠, 厚度, 高度, 回波, 多, 时间, 距离, 修正, 校正, 叶面积指数, 第一, 最后, ultrasonic, supersonic, laser, lidar, ladar, sonar, probe, radar, canopy, crown, tree, height, thickness, echo??, multi+, time, TOF, distance, rang+, calibrat+, correct+, LAI, leaf w area w index, first, last

C. 相关文件

类 型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求
PX	CN 111781605 A (江苏大学) 2020年 10月 16日 (2020 - 10 - 16) 权利要求1-5	1-5
A	CN 105866792 A (中国科学院遥感与数字地球研究所) 2016年 8月 17日 (2016 - 08 - 17) 说明书第[0010]段, 附图2	1-5
A	CN 110506723 A (江苏大学) 2019年 11月 29日 (2019 - 11 - 29) 说明书第[0019]-[0029]段	1-5
A	CN 104199042 A (李亚锋) 2014年 12月 10日 (2014 - 12 - 10) 全文	1-5
A	CN 104062644 A (董立新) 2014年 9月 24日 (2014 - 09 - 24) 全文	1-5
A	DE 102010033213 A1 (VALEO SCHALTER & SENSOREN G. M. B. H.) 2012年 2月 9日 (2012 - 02 - 09) 全文	1-5

☒ 其余文件在C栏的续页中列出。☒ 见同族专利附件。

* 引用文件的具体类型:

“A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件

“E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利

“L” 可能对优先权要求构成怀疑的文件, 或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件 (如具体说明的)

“O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件

“P” 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件

“T” 在申请日或优先权日之后公布, 与申请不相抵触, 但为了理解发明之理论或原理的在后文件

“X” 特别相关的文件, 单独考虑该文件, 认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性

“Y” 特别相关的文件, 当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时, 要求保护的发明不具有创造性

“&” 同族专利的文件

国际检索实际完成的日期

2021年 10月 18日

国际检索报告邮寄日期

2021年 10月 28日

ISA/CN的名称和邮寄地址

中国国家知识产权局 (ISA/CN)

中国 北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088

传真号 (86-10)62019451

授权官员

郝霏霏

电话号码 86-(10)-53962456

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2021/110817

C. 相关文件

类 型*	引用文件，必要时，指明相关段落	相关的权利要求
A	JP 2010096752 A (AD01N KENKYUSHO K.K. 等) 2010年 4月 30日 (2010 - 04 - 30) 全文	1-5

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2021/110817

检索报告引用的专利文件			公布日 (年/月/日)	同族专利	公布日 (年/月/日)
CN	111781605	A	2020年 10月 16日	无	
CN	105866792	A	2016年 8月 17日	CN 105866792	B 2019年 4月 26日
CN	110506723	A	2019年 11月 29日	无	
CN	104199042	A	2014年 12月 10日	无	
CN	104062644	A	2014年 9月 24日	无	
DE	102010033213	A1	2012年 2月 9日	无	
JP	2010096752	A	2010年 4月 30日	W0 2010032495 A1	2010年 3月 25日
				JP 5269729	B2 2013年 8月 21日