



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 116880480 A

(43) 申请公布日 2023. 10. 13

(21) 申请号 202310842893.3

(22) 申请日 2023.07.10

(71) 申请人 广州极飞科技股份有限公司
地址 510000 广东省广州市天河区高普路
115号C座

(72) 发明人 李志航

(74) 专利代理机构 北京泽方誉航专利代理事务
所(普通合伙) 11884
专利代理师 陈照辉

(51) Int. Cl.
G05D 1/02 (2020.01)

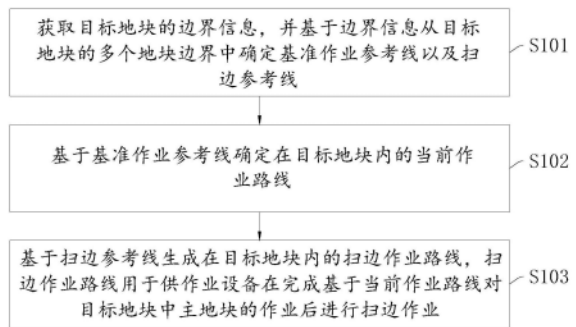
权利要求书3页 说明书12页 附图4页

(54) 发明名称

一种作业线生成方法、装置、设备及存储介质

(57) 摘要

本申请实施例公开了一种作业线生成方法、装置、设备及存储介质。本申请实施例通过根据目标地块的边界信息确定目标地块中的基准作业参考线以及扫边参考线,根据基准作业参考线生成当前作业路线,以及根据扫边参考线生成扫边作业路线,可在基于当前作业路线完成对目标地块中的主地块的作业时,根据当前作业路线以及目标地块的边界信息确定停机时机并移动至下一作业路线继续作业,在基于当前作业路线完成对目标地块中主地块的作业后,可基于道边参考线对目标地块进行扫边作业,提高对目标地块的作业覆盖率,并且通过对目标地块内的不同作业线进行统一管理,省去了重复打点的流程,简化了不同作业线的管理难度。



1. 一种作业线生成方法,其特征在于,包括:

获取目标地块的边界信息,并基于所述边界信息从所述目标地块的多个地块边界中确定基准作业参考线以及扫边参考线;

基于所述基准作业参考线确定在所述目标地块内的当前作业路线;

基于所述扫边参考线生成在所述目标地块内的扫边作业路线,所述扫边作业路线用于供作业设备在完成基于所述当前作业路线对所述目标地块中主地块的作业后进行扫边作业。

2. 根据权利要求1所述的作业线生成方法,其特征在于,所述基于所述基准作业参考线确定在所述目标地块内的当前作业路线,包括:

基于所述基准作业参考线确定基准作业路线;

将所述基准作业路线延长至穿过地块边界,并根据所穿过的所述地块边界的边界形状裁剪延长后的所述基准作业路线,得到在所述目标地块内的当前作业路线。

3. 根据权利要求2所述的作业线生成方法,其特征在于,所述基于所述基准作业参考线确定基准作业路线,包括:

基于所述基准作业参考线的端点位置信息以及作业设备的设备位置信息,确定所述作业设备到所述基准作业参考线的第一距离;

基于所述第一距离以及设定的作业间距确定平移次数;

根据所述平移次数以及所述基准作业参考线确定基准作业路线。

4. 根据权利要求3所述的作业线生成方法,其特征在于,所述根据所述平移次数以及所述基准作业参考线确定基准作业路线,包括:

根据所述基准作业参考线的端点位置信息、所述平移次数、所述作业间距、所述作业设备相对于所述基准作业参考线的方向以及偏移量确定当前作业路线,所述偏移量基于所述目标地块的边界顺时针方向、所述作业间距以及设定偏移系数进行确定。

5. 根据权利要求4所述的作业线生成方法,其特征在于,所述偏移量基于所述目标地块的边界顺时针方向、所述作业间距以及设定偏移系数的乘积进行确定,所述设定偏移参数为0.5。

6. 根据权利要求2所述的作业线生成方法,其特征在于,所述根据所穿过的所述地块边界的边界形状裁剪延长后的所述基准作业路线,得到在所述目标地块内的当前作业路线,包括以下至少一种:

在所穿过的所述地块边界的边界形状为凸多边形的情况下,基于所穿过的所述地块边界裁剪延长后的所述基准作业路线,得到在所述目标地块内的当前作业路线;

在所穿过的所述地块边界的边界形状为凹多边形的情况下,基于所穿过的所述地块边界裁剪延长后的所述基准作业路线得到在所述目标地块内的多个候选作业线,并将距离作业设备最近的候选作业线确定为当前作业路线。

7. 根据权利要求1所述的作业线生成方法,其特征在于,所述基于所述扫边参考线生成在所述目标地块内的扫边作业路线,包括:

根据设定的扫边作业线数量,向所述目标地块内平移所述扫边参考线,得到在所述目标地块内的扫边作业路线。

8. 根据权利要求1所述的作业线生成方法,其特征在于,所述基于所述扫边参考线生成

在所述目标地块内的扫边作业路线,包括:

对形状为曲线的扫边参考线进行曲线拟合处理,得到拟合参考线;

向所述目标地块内平移所述拟合参考线,或向所述目标地块内平移所述拟合参考线以及形状为直线的扫边参考线,得到在所述目标地块内的扫边作业路线。

9. 根据权利要求8所述的作业线生成方法,其特征在于,所述对形状为曲线的扫边参考线进行曲线拟合处理,得到拟合参考线,包括:

根据形状为曲线的扫边参考线确定多个第一控制点,并根据所述第一控制点生成平面曲线;

基于所述平面曲线确定拟合参考线。

10. 根据权利要求9所述的作业线生成方法,其特征在于,所述基于所述平面曲线确定拟合参考线,包括:

在所述平面曲线中存在位于所述目标地块外的曲线点的情况下,向所述目标地块内偏移位于所述目标地块外的曲线点对应的第一控制点得到第二控制点;

基于所述第一控制点以及所述第二控制点重新生成平面曲线;

基于最新的所述平面曲线确定拟合参考线。

11. 根据权利要求10所述的作业线生成方法,其特征在于,所述向所述目标地块内偏移位于所述目标地块外的曲线点对应的第一控制点得到第二控制点,包括:

依据所述平面曲线中位于所述目标地块外的曲线点到对应的第一控制点的距离,向所述目标地块内偏移位于所述目标地块外的曲线点对应的第一控制点得到第二控制点。

12. 根据权利要求8所述的作业线生成方法,其特征在于,向所述目标地块内平移所述拟合参考线得到的扫边作业路线通过以下公式进行表示:

$$C_{\text{off}}(u) = C(u) \pm m \times N(u)$$

$$N(u) = \left(\frac{-\dot{y}(u)}{\sqrt{x(u)^2 + y(u)^2}}, \frac{\dot{x}(u)}{\sqrt{x(u)^2 + y(u)^2}} \right)$$

其中, $C_{\text{off}}(u)$ 为扫边作业路线, $C(u)$ 为拟合参考线, m 为设定的对所述拟合参考线的平移距离, $N(u)$ 为拟合参考线 $C(u)$ 在点 $(x(u), y(u))$ 处的单位法矢, $\dot{x}(u)$ 和 $\dot{y}(u)$ 为 $x(u)$ 和 $y(u)$ 的一阶导数。

13. 一种作业线生成装置,其特征在于,包括参考线确定模块、作业线确定模块以及扫边线确定模块,其中:

所述参考线确定模块,配置为获取目标地块的边界信息,并基于所述边界信息从所述目标地块的多个地块边界中确定基准作业参考线以及扫边参考线;

所述作业线确定模块,配置为基于所述基准作业参考线确定在所述目标地块内的当前作业路线;

所述扫边线确定模块,配置为基于所述扫边参考线生成在所述目标地块内的扫边作业路线,所述扫边作业路线用于供作业设备在完成基于所述当前作业路线对所述目标地块中主地块的作业后进行扫边作业。

14. 一种作业线生成设备,其特征在于,包括:存储器以及一个或多个处理器;

所述存储器,用于存储一个或多个程序;

当所述一个或多个程序被所述一个或多个处理器执行,使得所述一个或多个处理器实现如权利要求1-12任一项所述的作业线生成方法。

15.一种存储计算机可执行指令的存储介质,其特征在于,所述计算机可执行指令在由计算机处理器执行时用于执行如权利要求1-12任一项所述的作业线生成方法。

一种作业线生成方法、装置、设备及存储介质

技术领域

[0001] 本申请实施例涉及路径规划技术领域,尤其涉及一种作业线生成方法、装置、设备及存储介质。

背景技术

[0002] 在控制农机等作业设备进行作业时,通常根据AB直线法进行作业设备的路径规划,即在目标地块中确定起点A和终点B的坐标,在AB之间连线并对连线进行延长得到基准线,计算当前作业设备到基准线的距离,结合平移距离计算得到平移的方向与次数,将基准线进行平移获得当前的作业路径。

[0003] 作业人员在根据当前的作业路径控制作业设备进行移动作业时,一般需要根据经验或人工观察的方式确定停机时机并调头,对下一路径进行作业,容易出现停机时机不合适而导致工作面积减少的情况,降低了作业覆盖面积。

发明内容

[0004] 本申请实施例提供一种作业线生成方法、装置、设备及存储介质,以减少相关技术中难以确定停机时机导致作业覆盖面积较低的技术问题,有效提高作业设备的作业覆盖面积。

[0005] 在第一方面,本申请实施例提供了一种作业线生成方法,包括:

[0006] 获取目标地块的边界信息,并基于所述边界信息从所述目标地块的多个地块边界中确定基准作业参考线以及扫边参考线;

[0007] 基于所述基准作业参考线确定在所述目标地块内的当前作业路线;

[0008] 基于所述扫边参考线生成在所述目标地块内的扫边作业路线,所述扫边作业路线用于供作业设备在完成基于所述当前作业路线对所述目标地块中主地块的作业后进行扫边作业。

[0009] 在第二方面,本申请实施例提供了一种作业线生成装置,包括参考线确定模块、作业线确定模块以及扫边线确定模块,其中:

[0010] 所述参考线确定模块,配置为获取目标地块的边界信息,并基于所述边界信息从所述目标地块的多个地块边界中确定基准作业参考线以及扫边参考线;

[0011] 所述作业线确定模块,配置为基于所述基准作业参考线确定在所述目标地块内的当前作业路线;

[0012] 所述扫边线确定模块,配置为基于所述扫边参考线生成在所述目标地块内的扫边作业路线,所述扫边作业路线用于供作业设备在完成基于所述当前作业路线对所述目标地块中主地块的作业后进行扫边作业。

[0013] 在第三方面,本申请实施例提供了一种作业线生成设备,包括:存储器以及一个或多个处理器;

[0014] 所述存储器,用于存储一个或多个程序;

[0015] 当所述一个或多个程序被所述一个或多个处理器执行,使得所述一个或多个处理器实现如第一方面所述的作业线生成方法。

[0016] 在第四方面,本申请实施例提供了一种存储计算机可执行指令的存储介质,所述计算机可执行指令在由计算机处理器执行时用于执行如第一方面所述的作业线生成方法。

[0017] 上述,通过根据目标地块的边界信息确定目标地块中的基准作业参考线以及扫边参考线,根据基准作业参考线生成当前作业路线,以及根据扫边参考线生成扫边作业路线,可在基于当前作业路线完成对目标地块中的主地块的作业时,根据当前作业路线以及目标地块的边界信息确定停机时机并移动至下一作业路线继续作业,作业设备的停机时机更靠近地块边界,有效提高作业覆盖面积,在基于当前作业路线完成对目标地块中主地块的作业后,可基于道边参考线对目标地块进行扫边作业,提高对目标地块的作业覆盖率,并且通过对目标地块内的不同作业线进行统一管理,省去了重复打点的流程,简化了不同作业线的管理难度。

附图说明

[0018] 图1是本申请实施例提供的一种作业线生成方法的流程示意图;

[0019] 图2是本申请实施例提供的一种扫边作业路线示意图;

[0020] 图3是本申请实施例提供的一种基于基准作业参考线确定在目标地块内的当前作业路线方法的流程示意图;

[0021] 图4是本申请实施例提供的一种凹多边形的基准作业线示意图;

[0022] 图5是本申请实施例提供的一种基于扫边参考线生成在目标地块内的扫边作业路线方法的流程示意图;

[0023] 图6是本申请实施例提供的一种拟合参考线示意图;

[0024] 图7是本申请实施例提供的一种作业线生成装置的结构示意图;

[0025] 图8是本申请实施例提供的一种作业线生成设备的结构示意图。

具体实施方式

[0026] 为了使本申请的目的、技术方案和优点更加清楚,下面结合附图对本申请具体实施例作进一步的详细描述。可以理解的是,此处所描述的具体实施例仅仅用于解释本申请,而非对本申请的限定。另外还需要说明的是,为了便于描述,附图中仅示出了与本申请相关的部分而非全部内容。在更加详细地讨论示例性实施例之前应当提到的是,一些示例性实施例被描述成作为流程图描绘的处理或方法。虽然流程图将各项操作(或步骤)描述成顺序的处理,但是其中的许多操作可以被并行地、并发地或者同时实施。此外,各项操作的顺序可以被重新安排。当其操作完成时上述处理可以被终止,但是还可以具有未包括在附图中的附加步骤。上述处理可以对应于方法、函数、规程、子例程、子程序等等。

[0027] 图1是本申请实施例提供的一种作业线生成方法的流程示意图,本申请实施例可适用于作业设备在指定地块中根据作业线进行耕地或播种的场景,其中作业设备可以是农机,该作业线生成方法可以由作业线生成装置来执行,该作业线生成装置可以通过硬件和/或软件的方式实现,并集成在作业线生成设备中。

[0028] 下述以作业线生成装置执行作业线生成方法为例进行描述。参考图1,该作业线生

成方法包括：

[0029] S101:获取目标地块的边界信息,并基于边界信息从目标地块的多个地块边界中确定基准作业参考线以及扫边参考线。

[0030] 在一个实施例中,目标地块可以是待播种的目标区域的土地,该目标地块的形状可以是规则或不规则的图形。目标地块的边界信息可以是目标地块的周长,也可以是边界线的数量以及边界线的形状等,如直线型边界线,曲线型边界线等。目标地块的边界信息可以被视为由多个经纬度数据点组成的数据集,该数据集能够反应目标地块的边界形状和大小以及边界线上各点的坐标等。其中数据点可通过GPS或图像识别技术进行合理且精准的采集得到,还可以通过使定位设备绕目标地块的边界进行移动,在经过每一个边界点时进行打点操作,并纪录各个点的经纬度坐标信息得到,也可通过使用地图投影技术或其他相关工具将经纬度坐标转换为具有X和Y坐标的平面坐标系,从而避免漏测或忽略地块的角落等情况,保证了获取到的目标地块的边界信息的完整性和精确度。其中定位设备可以采用手持方式,手持定位设备可更好的贴近目标地块的边界,不需要考虑大型测量设备自身的参数,如宽度。除此之外,还可通过无人机遥感测绘得到的数据,在图像底图上进行手动测绘,或通过图像识别技术自动生成边界信息。基准作业参考线可以是利用定位设备在目标地块内获得起点A和终点B的坐标,在AB两点之间连线并两端延长,获得AB基准作业参考线。由于利用多段直线段难以更全面的覆盖目标地块,因此在完成对目标地块内的直线作业后,在地块的边界处进行扫边作业,从而提高作业的覆盖面积。扫边参考线可以是用户在边界上选择的线。扫边参考线的数量可根据实际需求进行确定。

[0031] 用户可通过在作业线生成设备上进行操作,选中其中一条边界线作为基准作业参考线,作业线生成装置可基于该基准作业参考线预先生成多条基准作业路线,也可以在农机作业过程中,基于基准作业参考线和农机的位置来生成农机附近一条或多条作业基准路线。

[0032] S102:基于基准作业参考线确定在目标地块内的当前作业路线。

[0033] 基准作业参考线进行平移复制得到作业线。在目标地块上可规划出多条作业线,在多条作业线中选择一个线,确定当前作业路线,该当前作业路线可以为直线。当前作业路线可用于确定作业设备即将进行农作的路线,可根据作业设备与基准作业参考线的距离确定目标地块内的当前作业路线。示例性的,在作业线生成设备上基于农机位置和选中的基准作业参考线来实时生成农机最近作业路径,可一次生成数条。对于预生成的路线,还可基于农机位置来选取最近一条路径作业。

[0034] 在一个实施例中,在确定当前作业路线后,可通过自动控制或手动控制的方式控制作业设备(农机)基于当前作业路线在目标地块进行移动并作业。可选的,可对当前作业路线进行可实现展示,作业人员(农机手)可根据当前作业路线掌握作业设备与地块边界之间的距离,作业人员可选择停机的时机,提高作业覆盖面积,例如在完成当前作业路线的作业时,农机与地块边界更靠近,此时作业人员可控制作业设备停机,并掉头至下一个作业路线继续进行作业,调头位置距离地块边界更近,对目标地块的作业覆盖面积更大,不需要工作人员根据经验或人工观察的方式确定停机时机,减少停机时机过早导致直线工作路段工作覆盖面积减少的情况。

[0035] 在一个方案中,在基于基准作业参考线确定在目标地块内的当前作业路线时,还

可确定在目标地块内的与当前作业路线相邻的第一作业路线和/或第二作业路线,其中,第一作业路线和第二作业路线分别在当前作业路线的两侧。例如第一作业路线可以是作业设备的上一个作业路径,第二作业路线可以是作业设备的下一个作业路径,在完成当前作业路线的作业后,可控制作业设备调头至第二作业路线继续作业。可选的,作业人员可根据当前作业路线和目标地块的边界信息确定停机时机,并根据当前作业路线和第二作业路线的相对位置确定调头方向,在提高作业覆盖面积的同时,有效提高工作效率。

[0036] S103:基于扫边参考线生成在目标地块内的扫边作业路线,扫边作业路线用于供作业设备在完成基于当前作业路线对目标地块中主地块的作业后进行扫边作业。

[0037] 目标地块内的扫边作业路线是在扫边参考线的基础上生成的,可以是作业设备进行扫边作业的路线。扫边作业的路线可包括边界直线段和边界曲线段。边界直线段可以是较为笔直的目标地块边界处,可用于对基准作业掉头段进行填补的作业线。

[0038] 在一个实施例中,在完成基于当前作业路线对目标地块中主地块的作业后,通过自动控制或手动控制的方式控制作业设备(农机)基于扫边作业路线在目标地块进行扫边作业。通过扫边作业路线拟合目标地块的边界,并且农机手可以通过对当前作业路线和扫边作业路线的显示,掌握农机与地块边界的距离,从而选择合理的停车时机以及根据扫边作业路线进行扫边作业,作业设备可沿着目标地块上的曲线边进行扫边驾驶作业,提高对目标地块的作业覆盖率。

[0039] 图2是本申请实施例提供的一种扫边作业路线示意图,参考图2,由于作业设备在作业过程中会存在转弯的半径,在基准作业路线的端点周围会有一定的区域用于作业设备进行掉头,在该掉头的区域没有进行农事作业,因此作业设备可在边界直线段上进项扫边作业,填补掉头区域的作业,提高目标地块的作业覆盖率。边界曲线段通常与基准作业路线夹角较大的曲边场景下使用,在边界曲线特性较为明显的情况下,利用多段直线段难以很好地完成地块覆盖,因此利用边界生成无碰撞曲线并往地块内进行内缩,生成了用于作业的曲线段。主地块可以是在当前作业路线所在的地块(在目标地块中按照直线进行移动并作业的地块)。

[0040] 在一个实施例中,在基于扫边参考线生成在目标地块内的扫边作业路线时,可以根据设定的扫边作业线数量,向目标地块内平移扫边参考线,得到在目标地块内的扫边作业路线。

[0041] 本方案提供的扫边作业线数量可以根据需求预先设置的也可以是默认的数量。示例性的,若扫边作业线数量为N,则向目标地块内平移N次扫边参考线,得到目标地块内的扫边作业路线。在完成当前作业路线对目标地块中主地块的作业后,控制作业设备根据所确定的扫边作业路线进行扫边作业。示例性的,对于不规则地块,用户还可通过作业线生成设备来选中不规则的边界线,如边界直线段来作为扫边参考线,系统可自动根据扫边参考线来生成多条扫边作业路线,也可在交互界面中提供扫边作业路线的生成数量设置功能,以使用户可依需自定义所需生成的扫边作业路线的数量。

[0042] 上述,通过根据目标地块的边界信息确定目标地块中的基准作业参考线以及扫边参考线,根据基准作业参考线生成当前作业路线,以及根据扫边参考线生成扫边作业路线,可在基于当前作业路线完成对目标地块中的主地块的作业时,根据当前作业路线以及目标地块的边界信息确定停机时机并移动至下一作业路线继续作业,作业设备的停机时机更靠

近地块边界,有效提高作业覆盖面积,在基于当前作业路线完成对目标地块中主地块的作业后,可基于道边参考线对目标地块进行扫边作业,提高对目标地块的作业覆盖率,并且通过对目标地块内的不同作业线进行统一管理,省去了重复打点的流程,简化了不同作业线的管理难度。通过获取目标地块的边界信息,有效保证目标地块数据的完整性和精确度,也可有效避免漏测或忽略目标地块角落等情况,基于边界信息从目标地块的多个地块边界中确定基准作业参考线以及扫边参考线,能够提高目标地块内基准作业路线和扫边作业路线的规划效率;基于基准作业参考线确定在目标地块内的当前作业路线,通过用户对当前作业路线的规划,能够提高作业设备的工作效率,同时作业人员可选择合适的停机时机,提高作业覆盖面积;基于扫边参考线生成在目标地块内的扫边作业路线,扫边作业路线用于供作业设备在完成基于当前作业路线对目标地块中主地块的作业后进行扫边作业,能够填补掉头区域未执行的作业,也能够使得作业设备自动沿着曲边进行作业,提高了目标地块的作业覆盖率。

[0043] 图3是本申请实施例提供的一种基于基准作业参考线确定在目标地块内的当前作业路线方法的流程示意图,该作业线生成方法是对上述作业线生成方法的具体化。参考图3,该方法包括:

[0044] S201:获取目标地块的边界信息,并基于边界信息从目标地块的多个地块边界中确定基准作业参考线以及扫边参考线。

[0045] S202:基于基准作业参考线确定基准作业路线。

[0046] 在一个实施例中,基准作业路线可以根据作业参考线平移复制后得到基准作业路线,其中基准作业路线的数量根据实际需求进行计算。

[0047] 在一个实施例中,本方案提供的作业线生成方法在基于基准作业参考线确定基准作业路线时,可包括步骤S2021-S2023:

[0048] S2021:基于基准作业参考线的端点位置信息以及作业设备的设备位置信息,确定作业设备到基准作业参考线的第一距离。

[0049] 在一个实施例中,设备位置信息可通过安装在作业设备中的定位装置进行确定,该位置信息可包括作业设备的坐标,如作业设备的坐标为 $P(x_p, y_p)$,以及该作业设备在目标地块中的相对位置。第一距离可用于表示作业设备与基准作业参考线的距离,该第一距离可通过 d 表示。当作业设备的坐标点 P 在基准作业参考线 AB 的第一侧(例如左侧)时,距离 d 为负,若作业设备的坐标点 P 在基准作业参考线 AB 的第二侧(例如右侧)时,距离 d 为正。若基准作业参考线的端点分别为 $A(x_a, y_a)$, $B(x_b, y_b)$,则农机点到基准作业参考线的第一距离为:

$$[0050] \quad d = -\sin(\theta) * (x_p - x_a) + \cos(\theta) * (y_p - y_a)$$

[0051] 其中, θ 表示A点到B点的方向,由A、B点的坐标计算得到:

$$[0052] \quad \theta = \arctan(y_b - y_a / x_b - x_a)$$

[0053] S2022:基于第一距离以及设定的作业间距确定平移次数。

[0054] 设定的作业间距可以根据作业设备的作业需求进行设置的,可预先在作业线生成设备上作业间距的设置,该作业间距可表示为 w 。平移次数可以表示为 t ,可以计算平移次数为:

$$[0055] \quad t = \frac{|d|}{w}$$

[0056] 其中计算平移次数以四舍五入的方式取整。

[0057] S2023:根据平移次数以及基准作业参考线确定基准作业路线。

[0058] 根据计算得到的平移次数和基准作业参考线的端点坐标计算农机当前位置的作业线坐标的方式确定基准作业路线。

[0059] 在一个实施例中,当前作业路线可根据基准作业参考线的端点位置信息、平移次数、作业间距、作业设备相对于基准作业参考线的方向以及偏移量进行确定,偏移量可基于目标地块的边界顺时针方向、作业间距以及设定偏移系数进行确定。

[0060] 其中,本方案提供的偏移量可以是作业设备相对于作业参考线的偏移量。目标地块的边界顺时针方向可用于将路径平移的方向设定为朝向目标地块内部。本方案提供的地块边界是以边界点定位数据的方式存储到数组中,可根据存储的边界点定位数据的存储顺序来确定边界顺时针方向为顺时针还是逆时针。偏移系数可在作业线生成设备上预先设置。在一个实施中,偏移量可基于目标地块的边界顺时针方向、作业间距以及设定偏移系数的乘积进行确定,可选的,可将设定偏移参数设置为0.5。在此基础上,计算当前作业路线的公式为:

$$[0061] \quad \begin{bmatrix} x'_a \\ y'_a \\ 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \cos(\theta) & -\sin(\theta) & x_a \\ \sin(\theta) & \cos(\theta) & y_a \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 0 \\ \operatorname{sgn}(d) * w * t + 0.5 * w * p \\ 1 \end{bmatrix}$$

$$[0062] \quad \begin{bmatrix} x'_b \\ y'_b \\ 1 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \cos(\theta) & -\sin(\theta) & x_b \\ \sin(\theta) & \cos(\theta) & y_b \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 0 \\ \operatorname{sgn}(d) * w * t + 0.5 * w * p \\ 1 \end{bmatrix}$$

[0063] 其中,p表示边界顺时针方向,边界顺时针方向可根据边界点定位数据的存储顺序来确定。若p=1,则表示边界为逆时针,若p=-1,则表示边界为顺时针,通过设置边界顺时针方向可有效够保证生成的路径在目标地块内,相比于通过坐标点对比的方式具有更高的可靠性。

[0064] S203:将基准作业路线延长至穿过地块边界,并根据所穿过的地块边界的边界形状裁剪延长后的基准作业路线,得到在目标地块内的当前作业路线。

[0065] 需要进行解释的是,由于目标地块可能为不规则的图形,其中会存在较短的边界,则基准作业参考线和基准作业路线也会较短,直接对基准参考线进行平移复制使其得到的基准作业路线也相对较短,导致农机的作业范围较小。因此将基准作业路线延长至穿过目标地块的边界,即将基准作业路线的两个端点延长至目标地块边界外,并根据穿过的地块边界的边界形状对延长后的基准作业路线进行裁剪,裁剪后的基准作业路线即为当前作业路线,可有效提高农机作业的覆盖率。

[0066] 在一个实施例中,本方案提供的作业线生成方法在根据所穿过的地块边界的边界形状裁剪延长后的基准作业路线,得到在目标地块内的当前作业路线时,包括以下至少一种方式:

[0067] 方式一:在所穿过的地块边界的边界形状为凸多边形的情况下,基于所穿过的地

块边界裁剪延长后的基准作业路线,得到在目标地块内的当前作业路线。

[0068] 方式二:在所穿过的地块边界的边界形状为凹多边形的情况下,基于所穿过的地块边界裁剪延长后的基准作业路线得到在目标地块内的多个候选作业线,并将距离作业设备最近的候选作业线确定为当前作业路线。

[0069] 若延长后的基准作业路线所穿过的地块边界的边界形状为凸多边形,此时,延长后的基准作业路线与地块边界存在两个交点,可直接基于延长后的基准作业路线所穿过的地块边界裁剪延长后基准作业路线后得到作业路线。若延长后的基准作业路线所穿过的地块边界的边界形状为凹多边形,延长后的基准作业路线与地块边界存在两个以上的交点,基于延长后的基准作业路线所穿过的地块边界裁剪延长后基准作业路线后将得到多个线段,可将这些线段作为候选作业线,并将距离作业设备最近的候选作业线作为作业路线。

[0070] 图4是本申请实施例提供的一种凹多边形的基准作业线示意图,参考图4,若延长后的基准作业路线所穿过的地块边界的边界形状为凹多边形,则基于所穿过的地块边界裁剪延长后基准作业路线后,得到的作业路线为多条,该多条作业路线为候选作业线。获取每条候选作业线的端点坐标,计算作业设备到每条候选作业线的距离,并将距离作业设备最短的候选作业线确定为当前作业路线。

[0071] 可选的,可对当前作业路线在目标地块对应的电子地图上进行可视化处理,在作业的交互终端上能更好地展示作业相关信息,提高作业效率。该作业相关信息可以是当前农机位置到当前作业线最近端点的距离,即为农机到边界的距离,通过将该距离实时可视化,也可以是显示农机与当前作业线在目标地块上的位置,农机手能更好地把握作业的进度,并在适当的位置停车换行。

[0072] S204:基于扫边参考线生成在目标地块内的扫边作业路线,扫边作业路线用于供作业设备在完成基于当前作业路线对目标地块中主地块的作业后进行扫边作业。

[0073] 上述,通过根据目标地块的边界信息确定目标地块中的基准作业参考线以及扫边参考线,根据基准作业参考线生成当前作业路线,以及根据扫边参考线生成扫边作业路线,可在基于当前作业路线完成对目标地块中的主地块的作业时,根据当前作业路线以及目标地块的边界信息确定停机时机并移动至下一作业路线继续作业,作业设备的停机时机更靠近地块边界,有效提高作业覆盖面积,在基于当前作业路线完成对目标地块中主地块的作业后,可基于道边参考线对目标地块进行扫边作业,提高对目标地块的作业覆盖率,并且通过对目标地块内的不同作业线进行统一管理,省去了重复打点的流程,简化了不同作业线的管理难度。通过基于基准作业参考线确定基准作业路线,并基于基准作业参考线的端点位置信息以及作业设备的设备位置信息,确定作业设备到基准作业参考线的第一距离,能够准确表示作业设备相对于基准作业线的位置,并能够基于第一距离快速确定平移次数,可根据平移次数以及基准作业参考线快速规划基准作业路线,使作业设备能够根据基准作业线路进行工作,避免在目标地块中重复行驶,进一步提高作业设备的工作效率。通过将基准作业路线延长至穿过地块边界,避免由于地块形状的不同,直接对基准作业参考线进行复制,无法保证作业设备在作业时的覆盖率,提高了目标地块的作业覆盖率。

[0074] 图5是本申请实施例提供的一种基于扫边参考线生成在目标地块内的扫边作业路线方法的流程示意图,参考图5,本方案在基于扫边参考线生成在目标地块内的扫边作业路线时,包括步骤S2041-S2042:

[0075] S2041:对形状为曲线的扫边参考线进行曲线拟合处理,得到拟合参考线。

[0076] 在一个实施例中,曲线拟合处理可采用NURBS曲线拟合,经过控制点偏移后,再执行等距平移。拟合参考线为曲线,可以是确定扫边作业路线的参考线。

[0077] 图6是本申请实施例提供的一种拟合参考线示意图,参考图6,其中直线段为目标地块的部分边界,图中各个圆点为基于地块边界的顶点确定的第一控制点,图中曲线为通过NURBS曲线算法基于多个第一控制点进行拟合得到的拟合参考线。

[0078] 在一个实施例中,本方案提供的作业线生成方法在对形状为曲线的扫边参考线进行曲线拟合处理,得到拟合参考线时,可以是:根据形状为曲线的扫边参考线确定多个第一控制点,并根据第一控制点生成平面曲线;基于平面曲线确定拟合参考线。

[0079] 第一控制点可以是指目标地块中直边段上的地块顶点或曲边线段上的点。该曲边上的点可通过从曲线采样算法来获取曲边线段上的第一控制点。根据多个第一控制点生成平面曲线,并基于平面曲线生成确定拟合参考线。

[0080] 在一个实施例中,本方案提供的作业线生成方法在基于平面曲线确定拟合参考线时,可以是:在平面曲线中存在位于目标地块外的曲线点的情况下,向目标地块内偏移位于目标地块外的曲线点对应的第一控制点得到第二控制点;基于第一控制点以及第二控制点重新生成平面曲线;基于最新的平面曲线确定拟合参考线。

[0081] 第二控制点可以是第一控制点经过偏移以后生成的点,在确定各个第二控制点后,通过对该第二控制点进行拟合生成新的曲线,将新的曲线确定为拟合参考线。在生成拟合的曲线后,先判断生成的曲线中是否存在位于目标地块外的曲线点的情况,若存在,则将位于目标地块以外的曲线点对应的第一控制点向目标地块内进行偏移。第一控制点经过偏移得到与其对应的第二控制点。

[0082] 在一个实施例中,本方案提供的作业线生成方法在向目标地块内偏移位于目标地块外的曲线点对应的第一控制点得到第二控制点时,可以是依据平面曲线中位于目标地块外的曲线点到对应的第一控制点的距离,向目标地块内偏移位于目标地块外的曲线点对应的第一控制点得到第二控制点。

[0083] 目标地块外的曲线点到对应的第一控制点的距离即第一控制点到第二控制点的平移距离,该距离可表示为 m 。将目标地块外的曲线点对应的第一控制点向目标地块内平移 m ,得到该第一控制点对应的第二控制点。采用NURBS曲线算法对第二控制点进行拟合,得到新的平面曲线,在此基础上,继续判断新的曲线是否还存在位于目标地块边界线外的部分,若存在,针对位于目标边界线外的部分,采取同样的操作,此时的偏移量以新的曲线中位于边界线外的点与原边界线上对应的第 N 控制点之间的距离进行确定。由此迭代,直至更新后的曲线全部位于目标地块内,并基于全部位于目标地块内的平面曲线确定拟合参考线。

[0084] S2042:向目标地块内平移拟合参考线,或向目标地块内平移拟合参考线以及形状为直线的扫边参考线,得到在目标地块内的扫边作业路线,扫边作业路线用于供作业设备在完成基于当前作业路线对目标地块中主地块的作业后进行扫边作业。

[0085] 将所确定的拟合参考线向目标地块内部进行平移,或将形状为直边的扫边参考线向目标地块内部进行平移,得到在目标地块内的扫边作业路线。在一个实施例中,向目标地块内平移拟合参考线得到的扫边作业路线通过以下公式进行表示:

[0086] $C_{\text{off}}(u) = f(u) \pm m \times N(u)$

$$[0087] \quad N(u) = \left(\frac{-\dot{y}(u)}{\sqrt{x(u)^2 + y(u)^2}}, \frac{\dot{x}(u)}{\sqrt{x(u)^2 + y(u)^2}} \right)$$

[0088] 其中, $C_{\text{off}}(u)$ 为扫边作业路线, $C(u)$ 为拟合参考线, m 为设定的对拟合参考线的平移距离, $N(u)$ 为拟合参考线 $C(u)$ 在点 $(x(u), y(u))$ 处的单位法矢, $\dot{x}(u)$ 和 $\dot{y}(u)$ 为 $x(u)$ 和 $y(u)$ 的一阶导数。

[0089] 上述, 通过对形状为曲线的扫边参考线进行曲线拟合处理, 得到拟合参考线, 避免在边界线特性较为明显的情况下, 多段直线段的覆盖率较低, 提高了目标地块的作业覆盖率; 在平面曲线中存在位于目标地块外的曲线点的情况下, 向目标地块内偏移位于目标地块外的曲线点对应的第一控制点得到第二控制点; 基于第一控制点以及第二控制点重新生成平面曲线; 基于最新的平面曲线确定拟合参考线, 通过对控制点的平移量的迭代, 能够保证控制点在平面曲线内, 使最新的平面曲线全部位于地块内; 通过向目标地块内平移拟合参考线, 或向目标地块内平移拟合参考线以及形状为直线的扫边参考线, 得到在目标地块内的扫边作业路线, 扫边作业路线用于供作业设备在完成基于当前作业路线对目标地块中主地块的作业后进行扫边作业, 能够快速规划出多条作业路线, 提高了农事作业的作业效率。

[0090] 图7是本申请实施例提供的一种作业线生成装置的结构示意图。参考图7, 该作业线生成装置包括: 包括参考线确定模块71、作业线确定模块72以及扫边线确定模块73。

[0091] 其中, 参考线确定模块71, 配置为获取目标地块的边界信息, 并基于边界信息从目标地块的多个地块边界中确定基准作业参考线以及扫边参考线; 作业线确定模块72, 配置为基于基准作业参考线确定在目标地块内的当前作业路线; 扫边线确定模块73, 配置为基于扫边参考线生成在目标地块内的扫边作业路线, 扫边作业路线用于供作业设备在完成基于当前作业路线对目标地块中主地块的作业后进行扫边作业。

[0092] 上述, 通过根据目标地块的边界信息确定目标地块中的基准作业参考线以及扫边参考线, 根据基准作业参考线生成当前作业路线, 以及根据扫边参考线生成扫边作业路线, 可在基于当前作业路线完成对目标地块中的主地块的作业时, 根据当前作业路线以及目标地块的边界信息确定停机时机并移动至下一作业路线继续作业, 作业设备的停机时机更靠近地块边界, 有效提高作业覆盖面积, 在基于当前作业路线完成对目标地块中主地块的作业后, 可基于道边参考线对目标地块进行扫边作业, 提高对目标地块的作业覆盖率, 并且通过对目标地块内的不同作业线进行统一管理, 省去了重复打点的流程, 简化了不同作业线的管理难度。

[0093] 在一个实施例中, 该作业线生成装置还包括基准作业路线确定模块, 基准作业路线确定模块配置为基于基准作业参考线确定基准作业路线;

[0094] 作业线确定模块71具体配置为将基准作业路线延长至穿过地块边界, 并根据所穿过的地块边界的边界形状裁剪延长后的基准作业路线, 得到在目标地块内的当前作业路线。

[0095] 在一个实施例中, 该作业线生成装置还包括距离确定模块和平移次数确定模块, 其中:

[0096] 距离确定模块配置为基于基准作业参考线的端点位置信息以及作业设备的设备

位置信息,确定作业设备到基准作业参考线的第一距离;

[0097] 平移次数确定模块配置为基于第一距离以及设定的作业间距确定平移次数;

[0098] 基准作业路线确定模块具体配置为根据平移次数以及基准作业参考线确定基准作业路线。

[0099] 在一个实施例中,作业线确定模块72具体配置为根据基准作业参考线的端点位置信息、平移次数、作业间距、作业设备相对于基准作业参考线的方向以及偏移量确定当前作业路线,偏移量基于目标地块的边界顺时针方向、作业间距以及设定偏移系数进行确定。

[0100] 在一个实施例中,偏移量基于目标地块边界顺时针方向、作业间距以及设定偏移系数的乘积进行确定,设定偏移参数为0.5。

[0101] 在一个实施例中,作业线确定模块72具体还配置为在所穿过的地块边界的边界形状为凸多边形的情况下,基于所穿过的地块边界裁剪延长后的基准作业路线,得到在目标地块内的当前作业路线;

[0102] 在所穿过的地块边界的边界形状为凹多边形的情况下,基于所穿过的地块边界裁剪延长后的基准作业路线得到在目标地块内的多个候选作业线,并将距离作业设备最近的候选作业线确定为当前作业路线。

[0103] 在一个实施例中,扫边线确定模块73具体配置为根据设定的扫边作业线数量,向目标地块内平移扫边参考线,得到在目标地块内的扫边作业路线。

[0104] 在一个实施例中,该作业线生成装置还包括:参考线拟合模块,其中:

[0105] 参考线拟合模块配置为对形状为曲线的扫边参考线进行曲线拟合处理,得到拟合参考线;

[0106] 扫边线确定模块73具体配置为向目标地块内平移拟合参考线,或向目标地块内平移拟合参考线以及形状为直线的扫边参考线,得到在目标地块内的扫边作业路线。

[0107] 在一个实施例中,该作业线生成装置还包括平面曲线生成模块,平面曲线生成模块配置为根据形状为曲线的扫边参考线确定多个第一控制点,并根据第一控制点生成平面曲线;

[0108] 参考线拟合模块,配置为基于平面曲线确定拟合参考线。

[0109] 在一个实施例中,该作业线生成装置还包括第二控制点确定模块,第二控制点确定模块配置为在平面曲线中存在位于目标地块外的曲线点的情况下,向目标地块内偏移位于目标地块外的曲线点对应的第一控制点得到第二控制点;

[0110] 平面曲线生成模块配置为基于第一控制点以及第二控制点重新生成平面曲线;

[0111] 参考线拟合模块配置为基于最新的平面曲线确定拟合参考线。

[0112] 在一个实施例中,第二控制点确定模块具体配置为依据平面曲线中位于目标地块外的曲线点到对应的第一控制点的距离,向目标地块内偏移位于目标地块外的曲线点对应的第一控制点得到第二控制点。

[0113] 在一个实施例中,向目标地块内平移拟合参考线得到的扫边作业路线通过以下公式进行表示:

[0114] $C_{\text{off}}() = C(u) \pm m \times N()$

$$[0115] \quad N(u) = \left(\frac{-\dot{y}(u)}{\sqrt{x(u)^2 + y(u)^2}}, \frac{\dot{x}(u)}{\sqrt{x(u)^2 + y(u)^2}} \right)$$

[0116] 其中, $C_{\text{off}}()$ 为扫边作业路线, $C(u)$ 为拟合参考线, m 为设定的对拟合参考线的平移距离, $N(u)$ 为拟合参考线 $C(u)$ 在点 $(x(u), y(u))$ 处的单位法矢, $\dot{x}(u)$ 和 $\dot{y}(u)$ 为 $x(u)$ 和 $y(u)$ 的一阶导数。

[0117] 值得注意的是, 上述作业线生成装置的实施例中, 所包括的各个单元和模块只是按照功能逻辑进行划分的, 但并不局限于上述的划分, 只要能够实现相应的功能即可; 另外, 各功能单元的具体名称也只是为了便于相互区分, 并不用于限制本发明实施例的保护范围。

[0118] 本申请实施例还提供了一种作业线生成设备, 该作业线生成设备可集成本申请实施例提供的作业线生成装置。图8是本申请实施例提供的一种作业线生成设备的结构示意图。参考图8, 该作业线生成设备包括: 输入装置83、输出装置84、存储器82以及一个或多个处理器81; 存储器82, 用于存储一个或多个程序; 当一个或多个程序被一个或多个处理器81执行, 使得一个或多个处理器81实现如上述实施例提供的作业线生成方法。其中输入装置83、输出装置84、存储器82和处理器81可以通过总线或者其他方式连接, 图8中以通过总线连接为例。

[0119] 存储器82作为一种计算设备可读存储介质, 可用于存储软件程序、计算机可执行程序以及模块, 如本申请任意实施例提供的作业线生成方法对应的程序指令/模块(例如, 作业线生成装置中的参考线确定模块71、作业线确定模块72以及扫边线确定模块73)。存储器82可主要包括存储程序区和存储数据区, 其中, 存储程序区可存储操作系统、至少一个功能所需的应用程序; 存储数据区可存储根据设备的使用所创建的数据等。此外, 存储器82可以包括高速随机存取存储器, 还可以包括非易失性存储器, 例如至少一个磁盘存储器件、闪存器件、或其他非易失性固态存储器件。在一些实例中, 存储器82可进一步包括相对于处理器81远程设置的存储器, 这些远程存储器可以通过网络连接至设备。上述网络的实例包括但不限于互联网、企业内部网、局域网、移动通信网及其组合。

[0120] 输入装置83可用于接收输入的数字或字符信息, 以及产生与设备的用户设置以及功能控制有关的键信号输入。输出装置84可包括显示屏等显示设备。

[0121] 处理器81通过运行存储在存储器82中的软件程序、指令以及模块, 从而执行设备的各种功能应用以及数据处理, 即实现上述的作业线生成方法。

[0122] 上述提供的作业线生成装置、设备和计算机可用于执行上述任意实施例提供的作业线生成方法, 具备相应的功能和有益效果。

[0123] 本申请实施例还提供一种存储计算机可执行指令的存储介质, 上述计算机可执行指令在由计算机处理器执行时用于执行如上述实施例提供的作业线生成方法, 该作业线生成方法包括: 获取目标地块的边界信息, 并基于边界信息从目标地块的多个地块边界中确定基准作业参考线以及扫边参考线; 基于基准作业参考线确定在目标地块内的当前作业路线; 基于扫边参考线生成在目标地块内的扫边作业路线, 扫边作业路线用于供作业设备在完成基于当前作业路线对目标地块中主地块的作业后进行扫边作业。

[0124] 存储介质——任何的各种类型的存储器设备或存储设备。术语“存储介质”旨在包

括：安装介质，例如CD-ROM、软盘或磁带装置；计算机系统存储器或随机存取存储器，诸如DRAM、DDR RAM、SRAM、EDO RAM，兰巴斯(Rambus)RAM等；非易失性存储器，诸如闪存、磁介质(例如硬盘或光存储)；寄存器或其它相似类型的存储器元件等。存储介质可以还包括其它类型的存储器或其组合。另外，存储介质可以位于程序在其中被执行的第一计算机系统中，或者可以位于不同的第二计算机系统中，第二计算机系统通过网络(诸如因特网)连接到第一计算机系统。第二计算机系统可以提供程序指令给第一计算机用于执行。术语“存储介质”可以包括可以驻留在不同位置中(例如在通过网络连接的不同计算机系统中)的两个或更多存储介质。存储介质可以存储可由一个或多个处理器执行的程序指令(例如具体实现为计算机程序)。

[0125] 当然，本申请实施例所提供的一种存储计算机可执行指令的存储介质，其计算机可执行指令不限于如上提供的作业线生成方法，还可以执行本申请任意实施例所提供的作业线生成方法中的相关操作。

[0126] 上述实施例中提供的作业线生成装置、设备及存储介质可执行本申请任意实施例所提供的作业线生成方法，未在上述实施例中详尽描述的技术细节，可参见本申请任意实施例所提供的作业线生成方法。

[0127] 上述仅为本申请的较佳实施例及所运用的技术原理。本申请不限于这里提供的特定实施例，对本领域技术人员来说能够进行的各种明显变化、重新调整及替代均不会脱离本申请的保护范围。因此，虽然通过以上实施例对本申请进行了较为详细的说明，但是本申请不仅仅限于以上实施例，在不脱离本申请构思的情况下，还可以包括更多其他等效实施例，而本申请的范围由权利要求的范围决定。

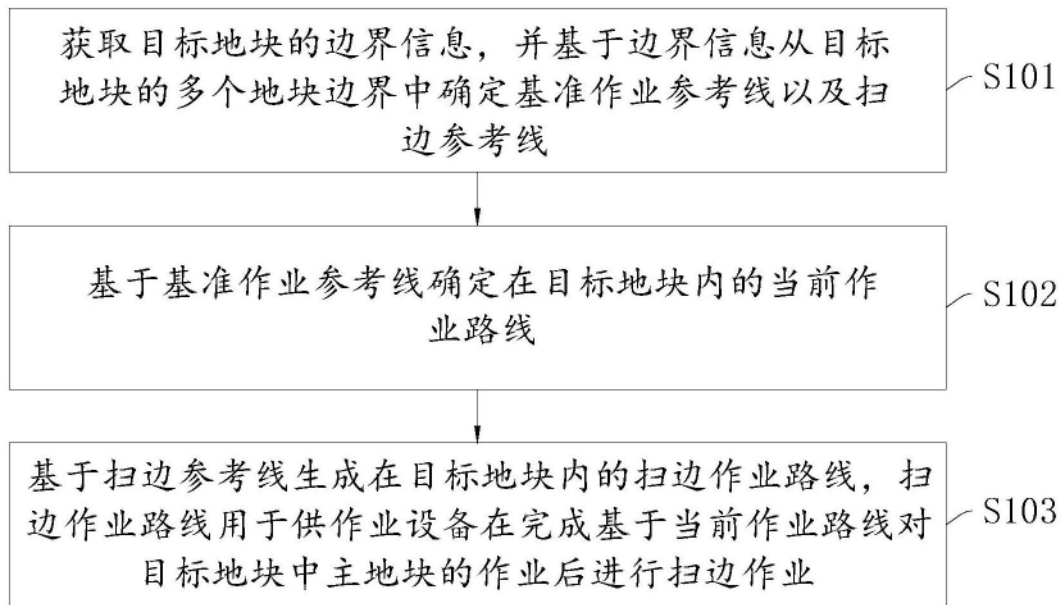


图1

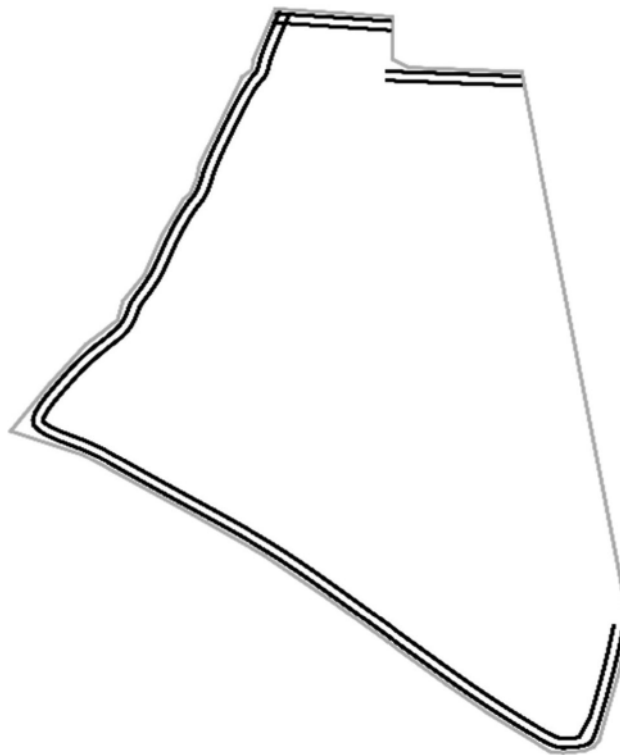


图2

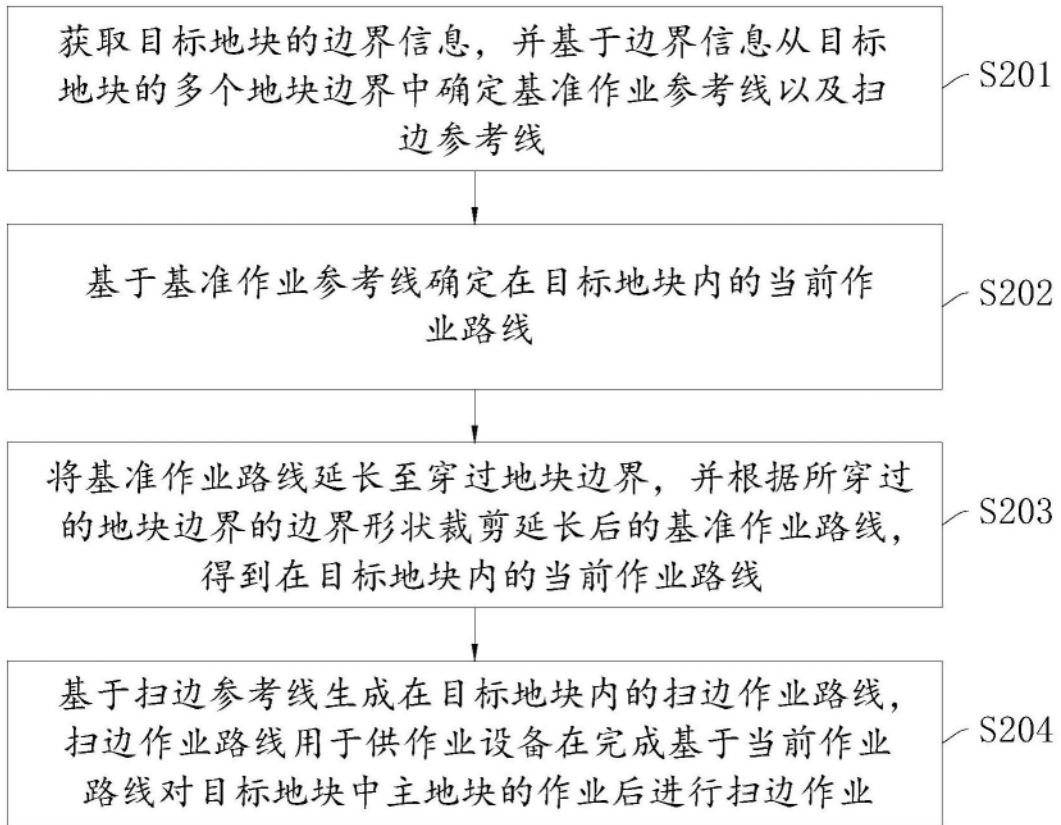


图3

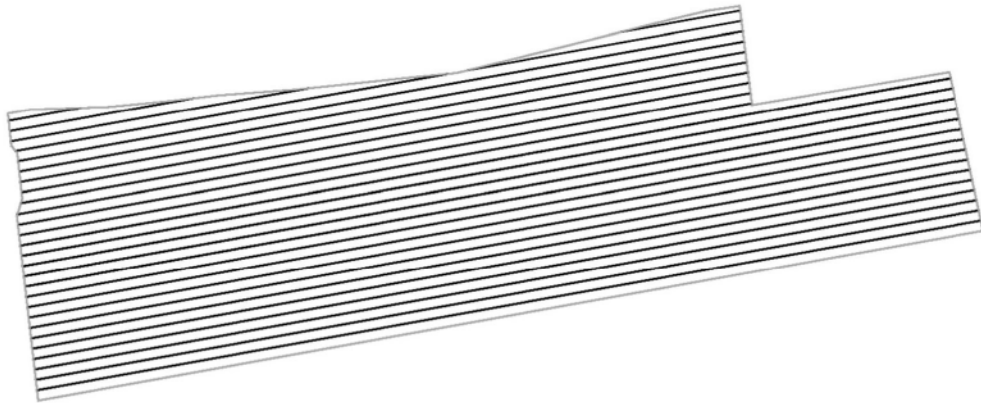


图4

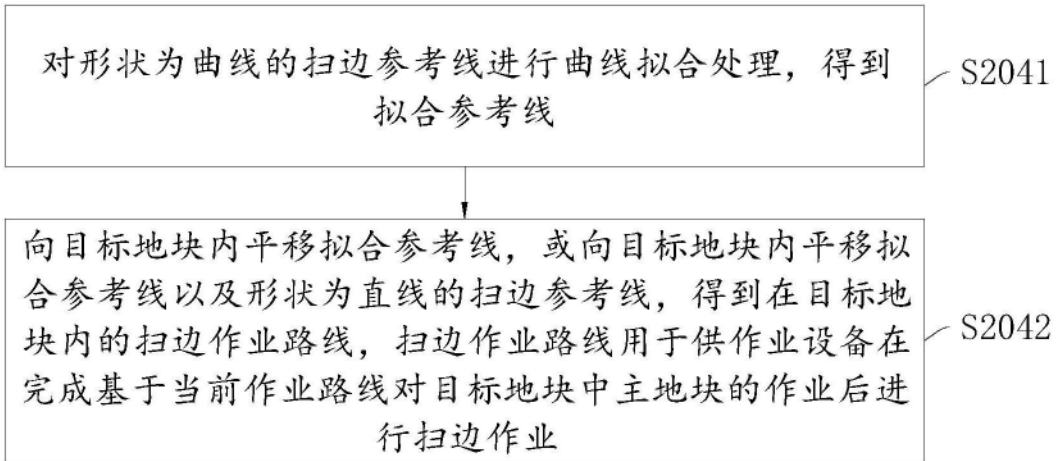


图5

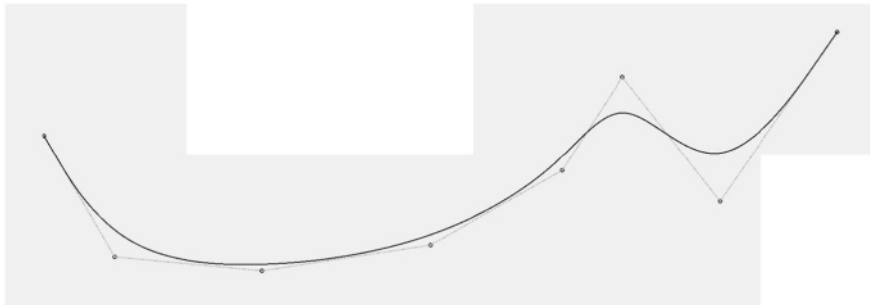


图6

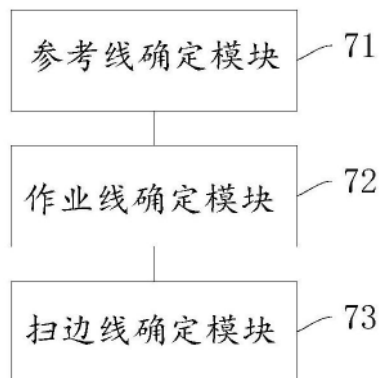


图7

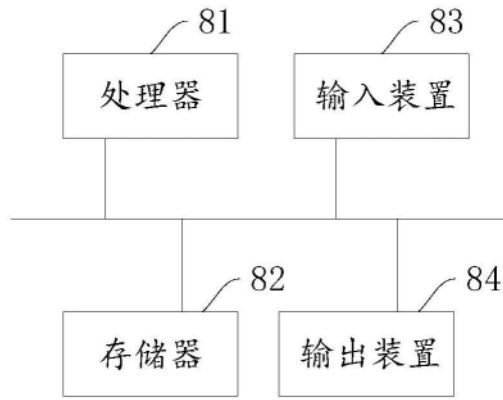


图8