



(12) 发明专利申请

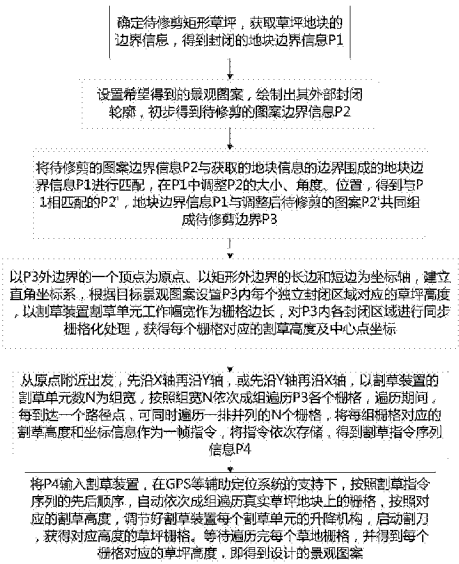
(10) 申请公布号 CN 111955142 A
(43) 申请公布日 2020. 11. 20

(21) 申请号 202010690644.3
(22) 申请日 2020.07.17
(71) 申请人 华中农业大学
地址 430073 湖北省武汉市洪山区狮子山街1号
(72) 发明人 黄小毛 宗望远 张江威 罗成铭 马丽娜
(74) 专利代理机构 武汉泰山北斗专利代理事务所(特殊普通合伙) 42250
代理人 程千慧
(51) Int.Cl.
A01D 34/00 (2006.01)
A01D 34/64 (2006.01)

权利要求书2页 说明书5页 附图10页

(54) 发明名称
一种自动化景观割草方法及装置

(57) 摘要
本发明涉及一种自动化景观割草方法及装置,方法包括以下步骤:1、确定待修剪边界P3;2、确定P3内每个独立封闭区域对应的草坪高度,以割草装置割草单元工作幅宽为边长,对P3内各封闭区域进行同步栅格化处理,获得每个栅格对应的割草高度及中心点坐标;3、以割草装置的割草单元数为分组容量,依次“成组”遍历P3各个栅格,将每组栅格对应的割草高度和坐标信息作为指令依次存储,得到割草指令序列信息P4。4、割草装置按照P4自动依次成组遍历实际草坪,按照指令对应的割草高度对草坪进行修剪,即可得到目标景观图案。本发明适用于多轴或单轴割刀,每个割刀的转速和高度均为独立控制,修剪精度高,割草效率高。



1. 一种自动化景观割草方法,其特征在于,包括以下步骤:

步骤1、确定待修剪矩形草坪,获取草坪地块的边界信息,得到封闭的地块边界信息P1;

步骤2、设置希望得到的目标景观图案,绘制出其外部封闭轮廓,初步得到待修剪的图案边界信息P2;

步骤3、将待修剪的图案边界信息P2与获取的地块信息的边界围成的地块边界信息P1进行匹配,在P1中调整P2的大小、角度、位置,得到与P1相匹配的P2',地块边界信息P1与调整后待修剪的图案P2'共同组成待修剪边界P3;

步骤4、以待修剪边界P3外边界的一个顶点为原点、以矩形外边界的长边和短边为坐标轴,建立直角坐标系,根据目标景观图案确定P3内每个独立封闭区域对应的草坪高度,以割草装置割草单元工作幅宽作为栅格边长,对P3内各封闭区域进行同步栅格化处理,获得每个栅格对应的割草高度及中心点坐标;

步骤5、从原点附近出发,先沿X轴再沿Y轴,或先沿Y轴再沿X轴,以割草装置的割草单元数N为组宽,按照组宽N依次成组遍历P3各个栅格,遍历期间,每到达一个路径点,可同时遍历一排并列的N个栅格,将每组栅格对应的割草高度和坐标信息作为一帧指令,将指令依次存储,得到割草指令序列信息P4;

步骤6、将P4输入割草装置,在定位系统的支持下,按照割草指令序列的先后顺序,自动依次成组遍历真实草坪地块上的栅格,按照对应的割草高度,调节好割草装置每个割草单元的升降机构,启动割刀,获得对应高度的草坪栅格;等待遍历完每个草地栅格,并得到每个栅格对应的草坪高度,即得到设计的景观图案。

2. 根据权利要求1所述的自动化景观割草方法,其特征在于,所述步骤4中,预设割草区域栅格化处理具体包括以下步骤:

步骤4.1、以封闭地块边界P1外边界的任意一个顶点为直角坐标系的原点,长边为X轴正向,短边为Y轴正向;

步骤4.2、修剪边界P3形成若干个独立的封闭割草区域 A_i ,所有的独立密闭割草区域的集合为 $\{A_1, A_2, A_3, A_4 \cdots A_i\}$,即 $P_3 = \{A_1, A_2, A_3, A_4 \cdots A_i\}$;

步骤4.3、根据需要修剪的图案,设置每个独立区域 A_i 的草坪修剪后高度 h_i ;

步骤4.4、设割草装置有N个割草单元,每个割草单元启停、升降高度均为独立控制,N为自然数,割草装置工作幅宽为 $W = N * D$,以单个割草单元直径D为分辨率,对P3内各封闭区域进行同步栅格化处理,将 $P_3 = \{A_1, A_2, A_3, A_4 \cdots A_i\}$ 划分为若干个边长为D的方块形栅格,取每个栅格的中心坐标点代表该栅格位置坐标,在区域内将这些坐标点从坐标原点以N个坐标点为一组,从左至右,从下至上或者从下至上,从左至右依次进行编号,即 $P_3 = C = \{C_{01}, C_{02}, C_{03} \cdots C_{0i}\}$,获得每个栅格对应的割草高度及中心点坐标,以此确定割草装置在每个坐标点的割草高度。

3. 根据权利要求1所述的自动化景观割草方法,其特征在于,所述步骤5中,预设割草装置割草指令序列获取具体包括以下步骤:

步骤5.1、以割草装置的割草单元数N为分组容量,N个割草单元对应工作时的N个栅格,割草装置的N个割草单元为一工作分组,割草装置到达坐标原点后,先沿X轴再沿Y轴,或先沿Y轴再沿X轴行进,以N个栅格宽度为组宽遍历割草区域P3的每个栅格;

步骤5.2、将每组栅格对应的割草高度和坐标信息看作一帧指令,进行指令帧编写,指

令帧按照一组的N个坐标点及每个坐标点位置对应的割草高度 Co_{i1} Co_{i2} Co_{i3} ... Co_{in} — hi_1 hi_2 hi_3 ... hi_n 的形式进行编写,以割草装置遍历成组栅格的先后顺序,依次储存,得到割草指令序列信息P4。

4.根据权利要求1所述的自动化景观割草方法,其特征在于,所述步骤4.4中,若栅格的中心坐标点刚好落在封闭图案边界上,则判定为该栅格属于封闭图案内,栅格割草高度与图案内相同。

5.根据权利要求1所述的自动化景观割草方法,其特征在于,所述步骤6中,定位系统包括GPS、北斗卫星定位系统、基站、蓝牙和WIFI定位系统中的一种或多种。

6.一种自动化景观割草装置,其特征在于,包括并排设置的N个割刀(1)、螺纹螺杆升降机构(2)、电动机、同步带(3)、割刀驱动固定机构(4)、行进驱动机构(5)、控制器、定位模块、无线数传模块和辅助遥控器,N个割刀(1)可独立启停且均由控制器控制,每个割刀均设置在对应的升降机构(2)上,所述升降机构(2)用于控制对应割刀的升降和支撑割刀悬停,所述电动机用于通过同步带(3)驱动割刀转动,所述电动机、同步带(3)和螺纹螺杆升降机构(2)均设置在割刀驱动固定机构(3)上,所述行进驱动机构(5)用于驱动割草装置的行进,所述控制器用于根据定位模块获取割草装置当前的位置信息,并根据位置信息确定当前的割草控制指令序列,根据当前的割草控制指令序列,对行进驱动机构(5)的速度和每个割刀的转速和高度进行控制。

7.根据权利要求6所述的自动化景观割草装置,其特征在于,所述控制器还包括手动模式,启动手动模式后,通过遥控器手动控制行进驱动机构(5)的速度和每个割刀的转速和高度。

一种自动化景观割草方法及装置

技术领域

[0001] 本发明涉及一种农业机械领域,具体涉及一种自动化景观割草方法及装置。

背景技术

[0002] 草坪的普通修剪和创意修剪在公园和景区美化中充当重要角色,在城市与景区绿化中,草坪占据很大的绿化面积,后期维护需要大量人力,目前草坪普通修剪与创意修剪大多依赖于人工,草坪自动化创意修剪装置与技术在市场上有着巨大需求,普通草坪修剪是一个机械的动作,草坪的图案修剪更是一个没有容错率的繁复过程。将现代农业路径规划、计算机辅助设计与GPS等定位技术相结合,利用所割草高度的高低对比呈现创意图案,实现集普通修剪与创意修剪于一体的自动化景观割草装置,目前这种自动化景观造型技术对如今草坪修剪现状改善具有重要意义。

发明内容

[0003] 本发明所要解决的技术问题是针对大面积草坪的创意修剪,提供一种自动化景观割草方法及装置。

[0004] 本发明解决上述技术问题的技术方案如下:

[0005] 一种自动化景观割草方法,包括以下步骤:

[0006] 步骤1、确定待修剪矩形草坪,获取草坪地块的边界信息,得到封闭的地块边界信息P1;

[0007] 步骤2、设置希望得到的景观图案,绘制出其外部封闭轮廓,初步得到待修剪的图案边界信息P2;

[0008] 步骤3、将待修剪的图案边界信息P2与获取的地块信息的边界围成的地块边界信息P1进行匹配,在P1中调整P2的大小、角度、位置,得到与P1相匹配的P2',地块边界信息P1与调整后待修剪的图案P2'共同组成修剪边界P3;

[0009] 步骤4、以P3外边界的一个顶点为原点、以矩形外边界的长边和短边为坐标轴,建立直角坐标系,根据目标景观图案设置P3内每个独立封闭区域对应的草坪高度,以割草装置割草单元工作幅宽作为栅格边长,对P3内各封闭区域进行同步栅格化处理,获得每个栅格对应的割草高度及中心点坐标;

[0010] 步骤5、从原点附近出发,先沿X轴再沿Y轴,或先沿Y轴再沿X轴,以割草装置的割草单元数N为组宽,按照组宽N依次成组遍历P3各个栅格,遍历期间,每到达一个路径点,可同时遍历一排并列的N个栅格,将每组栅格对应的割草高度和坐标信息作为一帧指令,将指令依次存储,得到割草指令序列信息P4;45

[0011] 步骤6、将P4输入割草装置,在GPS等辅助定位系统的支持下,按照割草指令序列的先后顺序,自动依次成组遍历真实草坪地块上的栅格,按照对应的割草高度,调节好割草装置每个割草单元的升降机构,启动割刀,获得对应高度的草坪栅格。等待遍历完每个草地栅格,并得到每个栅格对应的草坪高度,即得到设计的景观图案。

[0012] 进一步的,所述步骤4中,预设割草区域栅格化处理具体包括以下步骤:

[0013] 步骤4.1、以封闭地块边界P1外边界的任意一个顶点为直角坐标系的原点,长边为X轴正向,短边为Y轴正向;

[0014] 步骤4.2、修剪边界P3形成若干个独立的封闭割草区域 A_i ,所有的独立密闭割草区域的集合为 $\{A_1, A_2, A_3, A_4 \cdots A_i\}$,即 $P_3 = \{A_1, A_2, A_3, A_4 \cdots A_i\}$;

[0015] 步骤4.3、根据需要修剪的图案,设置每个独立区域 A_i 的草坪修剪后高度 h_i ;

[0016] 步骤4.4、设割草装置有N个割草单元,每个割草单元启停、升降高度均为独立控制,N为自然数,割草装置工作幅宽为 $W = N * D$,以单个割草单元直径D为分辨率,对 P_3 内各封闭区域进行同步栅格化或像素化处理,将 $P_3 = \{A_1, A_2, A_3, A_4 \cdots A_i\}$ 划分为若干个边长为D的方块形栅格,取每个栅格的中心坐标点代表该栅格位置坐标,在区域内将这些坐标点从坐标原点以N个坐标点为一组,从左至右,从下至上或者从下至上,从左至右依次进行编号,即 $P_3 = C_0 = \{C_{01}, C_{02}, C_{03} \cdots C_{0i}\}$,获得每个栅格对应的割草高度及中心点坐标,以此确定割草装置在每个坐标点的割草高度;

[0017] 进一步的,所述步骤5中,预设割草装置割草指令序列获取具体包括以下步骤:

[0018] 步骤5.1、以割草装置的割草单元数N为分组容量,N个割草单元对应工作时的N个栅格,割草装置的N个割草单元为一工作分组,割草装置到达坐标原点后,先沿X轴再沿Y轴,或先沿Y轴再沿X轴行进,割草装置以N个栅格宽度为组宽遍历割草区域 P_3 的每个栅格;

[0019] 步骤5.2、将每组栅格对应的割草高度和坐标信息看作一帧指令,进行指令帧编写,指令帧按照一组的N个坐标点及每个坐标点位置对应的割草高度 $C_{0i1}C_{0i2}C_{0i3} \cdots C_{0in} - h_{i1}h_{i2}h_{i3} \cdots h_{in}$ 的形式进行编写,以割草装置遍历成组栅格的先后顺序,依次储存,得到割草指令序列信息 P_4 。

[0020] 进一步的,所述步骤4.4中,若栅格的中心坐标点刚好落在封闭图案边界上,则判定为该栅格属于封闭图案内,栅格割草高度与图案内相同。

[0021] 进一步的,所述步骤6中,定位辅助系统包括GPS、北斗等卫星定位系统和基站、蓝牙、WIFI等区域定位系统。

[0022] 一种自动化景观割草装置,包括并排设置的N个割刀、螺纹螺杆升降机构、电动机、同步带、割刀驱动固定机构、行进驱动机构、控制器、GPS定位模块、无线数传模块和辅助遥控器,N个割刀可独立启停且均由控制器控制,每个割刀均设置在对应的升降机构上,所述升降机构用于控制对应割刀的升降和支撑割刀悬停,所述电动机用于通过同步带驱动割刀转动,所述电动机、同步带和螺纹螺杆升降机构均设置在割刀驱动固定机构上,所述行进驱动机构用于驱动割草装置的行进,所述控制器用于根据GPS定位模块获取割草装置当前的位置信息,并根据位置信息确定当前的割草控制指令序列,根据当前的割草控制指令序列,对行进驱动机构的每个割刀的割草高度进行控制。

[0023] 进一步的,所述控制器还包括手动模式,启动手动模式后,通过遥控器手动控制行进驱动机构的速度和每个割刀的转速和高度。

[0024] 本发明的有益效果为:本发明以传统草坪修剪刀具为基础,利用现代农业路径规划技术、图像处理技术、计算机辅助设计、GPS定位技术获取并处理待修剪区域的地理信息,获得路径上每个像素点的割草深度指令序列,将指令程序烧写入割草装置内的控制器,进而可数字化驱动景观割草装置有序工作,实现割草装置在路径上每个位置的割草深度控

制,最终可实现对草坪的自动化创意修剪。本发明适用于多轴或单轴割刀,每个割刀的转速和高度均为独立控制,修剪精度高,割草效率高。

附图说明

- [0025] 图1为本发明的总体流程示意图;
- [0026] 图2为边界P1示意图;
- [0027] 图3为边界P2示意图;
- [0028] 图4为边界P3示意图;
- [0029] 图5为指令算法获得流程示意图;
- [0030] 图6为封闭割草区域划分图;
- [0031] 图7为割草区域像素化示意图;
- [0032] 图8为割草区域像素化中心点示意图;
- [0033] 图9像素坐标点编号示意图;
- [0034] 图10像素坐标点与图案边界特殊位置示意图;
- [0035] 图11割草装置在指令驱动下所得的景观效果示意图;
- [0036] 图12割草装置数据传输示意图;
- [0037] 图13为景观割草装置机结构示意图;
- [0038] 附图中,各标号代表的部件列表如下;
- [0039] 1、割刀;2、螺纹螺杆升降机构;3、同步带;4、割刀驱动固定机构;5、行进驱动机构

具体实施方式

[0040] 以下以对称双轴割草装置 $N=2$ (宽 $W=30\text{cm}$,图案分辨率边长 $D=15\text{cm}$) 三档割草高度 ($h_1=4\text{cm}$, $h_2=8\text{cm}$, $h_3=12\text{cm}$) 为例,结合附图对本发明的原理和特征进行描述,所举实例只用于解释本发明,并非用于限定本发明的范围。

[0041] 如图1所示,一种自动化景观割草方法,包括以下步骤:

[0042] 如图2所示,步骤1、确定待修剪矩形草坪,获取草坪地块的边界信息,得到封闭的地块边界信息P1;

[0043] 如图3所示,步骤2、设置希望得到的景观图案,绘制出其外部封闭轮廓,初步得到待修剪的图案边界信息P2;

[0044] 如图4所示,步骤3、将待修剪的图案边界信息P2与获取的地块信息的边界围成的地块边界信息P1进行匹配,在P1中调整P2的大小、角度、位置,得到与P1相匹配的P2',地块边界信息P1与调整后待修剪的图案P2'共同组成待修剪边界P3;

[0045] 步骤4、以P3外边界的一个顶点为原点、以矩形外边界的长边和短边为坐标轴,建立直角坐标系,根据目标景观图案设置P3内每个独立封闭区域对应的草坪高度,以割草装置割草单元工作幅宽作为栅格边长,对P3内各封闭区域进行同步栅格化处理,获得每个栅格对应的割草高度及中心点坐标;

[0046] 步骤5、从原点附近出发,先沿X轴再沿Y轴,或先沿Y轴再沿X轴,以割草装置的割草单元数 N 为组宽,按照组宽 N 依次成组遍历P3各个栅格,遍历期间,每到达一个路径点,可同时遍历一排并列的 N 个栅格,将每组栅格对应的割草高度和坐标信息作为一帧指令,将指令

依次存储,得到割草指令序列信息P4;45

[0047] 如图11所示,步骤6、将P4输入割草装置,在GPS等辅助定位系统的支持下,按照割草指令序列的先后顺序,自动依次成组遍历真实草坪地块上的栅格,按照对应的割草高度,调节好割草装置每个割草单元的升降机构,启动割刀,获得对应高度的草坪栅格。等待遍历完每个草地栅格,并得到每个栅格对应的草坪高度,即得到设计的景观图案。

[0048] 如图5所示,作为一种实施方式,所述步骤4中,预设割草区域栅格化处理具体包括以下步骤:

[0049] 步骤4.1、以封闭地块边界P1外边界的任意一个顶点为直角坐标系的原点,长边为X轴正向,短边为Y轴正向;

[0050] 如图6所示,步骤4.2、修剪边界P3形成若干个独立的封闭割草区域 A_i ,所有的独立密闭割草区域的集合为 $\{A_1, A_2, A_3, A_4 \cdots A_i\}$,即 $P_3 = \{A_1, A_2\}$;

[0051] 步骤4.3、割草装置为双轴割刀,割草装置的幅宽为 $W=30\text{cm}$ (2D),根据需要修剪的图案,设置每个独立区域 A_i 的草坪修剪后高度 h_i ,设 A_1 区域割草后的高度 $h_1=4\text{cm}$, A_2 区域割草后的高度 $h_3=12\text{cm}$ 。

[0052] 如图7所示,步骤4.4、割草装置有2个割草单元的启停、升降高度均为独立控制,以单个割草单元直径 $D=15\text{cm}$ 为分辨率,对 P_3 内各封闭区域进行同步栅格化或像素化处理,将 $P_3 = \{A_1, A_2\}$ 划分为若干个边长为 $D=15\text{cm}$ 的方形栅格,如图8所示,取每个栅格的中心坐标点代表该栅格位置坐标,在区域内将这些坐标点从坐标原点以 $N=2$ 个坐标点为一组,从下至上,从左至右,依次进行编号,如图9所示, $P_3 = C_0 = \{C_{01}, C_{02}, C_{03} \cdots C_{0i}\}$,获得每个栅格对应的割草高度及中心点坐标,以此确定割草装置在每个坐标点的割草高度;

[0053] 作为一种实施方式,所述步骤5中,预设割草装置指令执行具体包括以下步骤:

[0054] 步骤5.1、以割草装置的割草单元数 $N=2$ 为分组容量,2个割草单元对应工作时的2个栅格,割草装置的2个割草单元为一工作分组,割草装置到达坐标原点后,先沿Y轴再沿X轴,割草装置行进以2个栅格宽度 30cm 为组宽遍历割草区域 P_3 的每个栅格;

[0055] 步骤5.2、将每组栅格对应的割草高度和坐标信息看作一帧指令,进行指令帧编写,指令帧按照一组的2个坐标点及每个坐标点位置对应的割草高度 $C_{0i1}C_{0i2}-h_1h_2$ 的形式进行编写,以割草装置遍历成组栅格的先后顺序,依次储存,得到割草指令序列信息P4, $P_4 = \{C_{01}C_{02}-h_1h_1, C_{03}C_{04}-h_1h_1 \cdots C_{0i-1}C_{0i}-h_3h_3\}$;如图9所示,割草装置到达坐标点 C_{03} 、 C_{04} 所在位置时,将执行指令帧 $C_{04}C_{05}-h_1h_1$ 时,即割草装置的两个割刀同时到达 C_{03} 、 C_{04} 时,割刀升降调整,将两个栅格的草坪高度修剪至 $h_1=4\text{cm}$;如图10所示,当割草装置到坐标点 C_{0211} 、 C_{0212} 所在位置时,将执行指令帧 $C_{0211}C_{0212}-h_3h_1$ 时,即割草装置的两个割刀同时到达 C_{0211} 、 C_{0212} 时,割刀升降调整, C_{0211} 处栅格的草坪高度修剪至 $h_3=12\text{cm}$, C_{0212} 处栅格的草坪高度修剪至 $h_1=4\text{cm}$;当割草装置到坐标点 C_{0217} 、 C_{0218} 所在位置时,将执行指令帧 $C_{0217}C_{0218}-h_3h_3$ 时,即割草装置的两个割刀同时到达 C_{0217} 、 C_{0218} 时,割刀升降调整,将两个栅格的草坪高度修剪至 $h_3=12\text{cm}$;

[0056] 如图10所示,进一步的,所述步骤4.4中,若栅格的中心坐标点落在封闭图案上,则判定为该栅格属于封闭图案内,栅格割草高度与图案内相同。

[0057] 进一步的,所述步骤6中,定位系统选用GPS辅助定位。

[0058] 如图12所示,一种自动化景观割草装置,包括并排设置的两个割刀1、螺纹螺杆升

降机构2、电动机、同步带3、割刀驱动固定机构4、行进驱动机构5、控制器、GPS定位模块、无线数传模块和辅助遥控器,两个割刀可独立启停且均由控制器控制,每个割刀均设置在对应的升降机构2上,所述升降机构2用于控制对应割刀的升降和支撑割刀悬停,所述电动机用于通过同步带3驱动割刀转动,所述电动机、同步带3和螺纹螺杆升降机构2均设置在割刀驱动固定机构3上,所述行进驱动机构5用于驱动割草装置的行进,所述控制器用于根据GPS定位模块获取割草装置当前的位置信息,并根据位置信息确定当前的割草控制指令序列,根据当前的割草控制指令序列,对行进驱动机构5的速度和每个割刀的转速和高度进行控制。

[0059] 作为一种实施方式,所述控制器还包括手动模式,启动手动模式后,通过遥控器手动控制行进驱动机构5的速度和每个割刀的转速和高度。

[0060] 以上所述仅为本发明的较佳实施例,并不用以限制本发明,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。

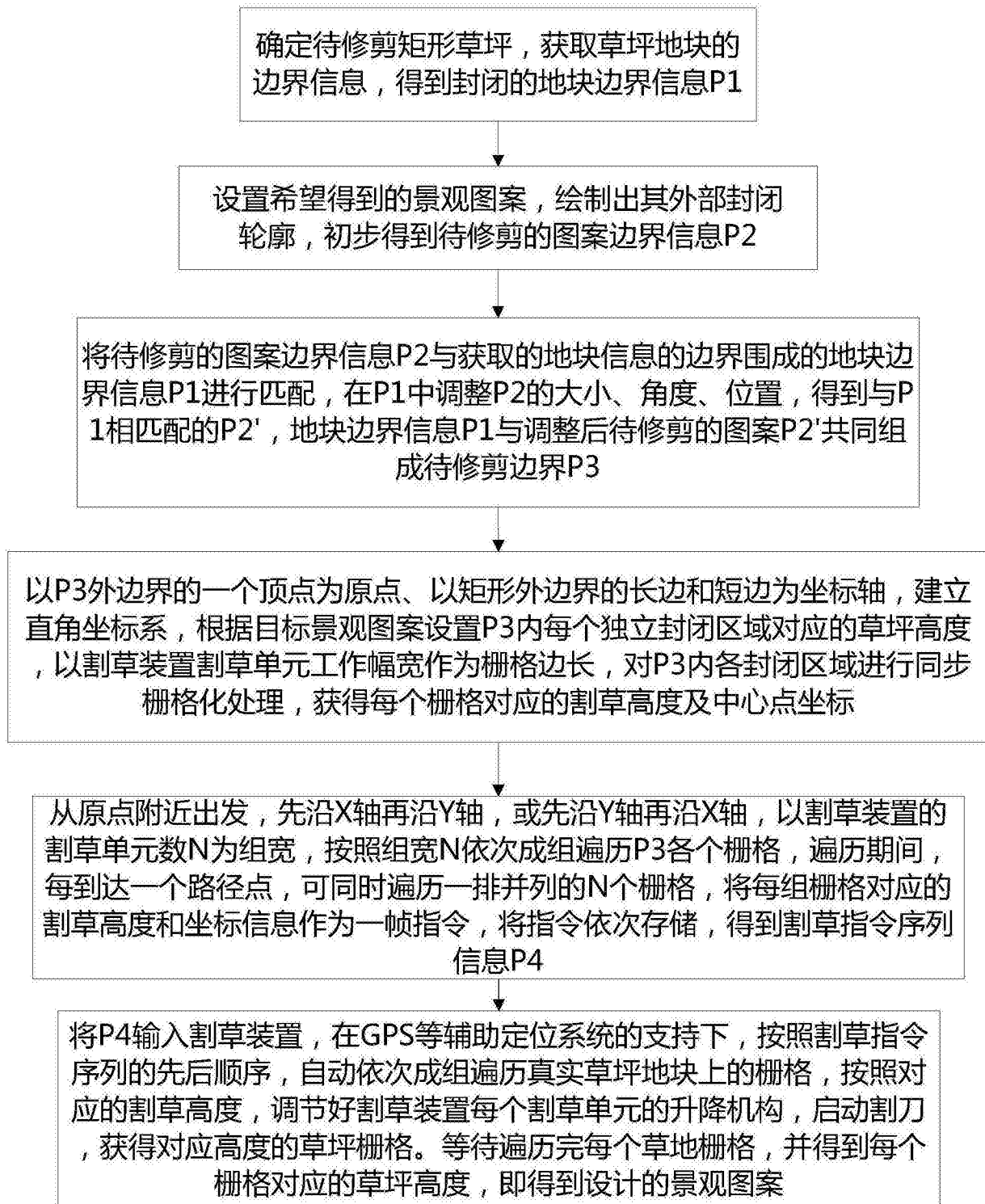


图1

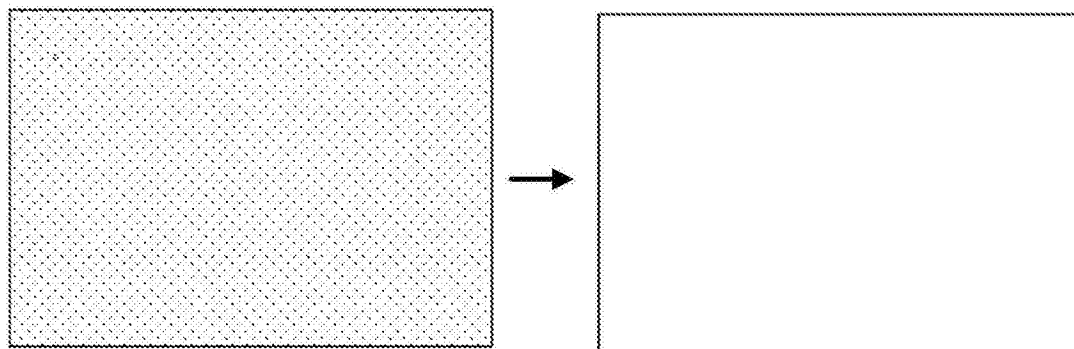


图2

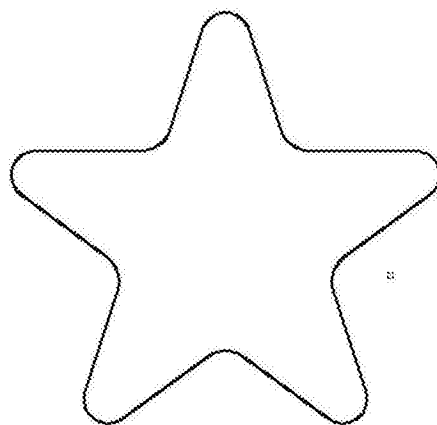


图3

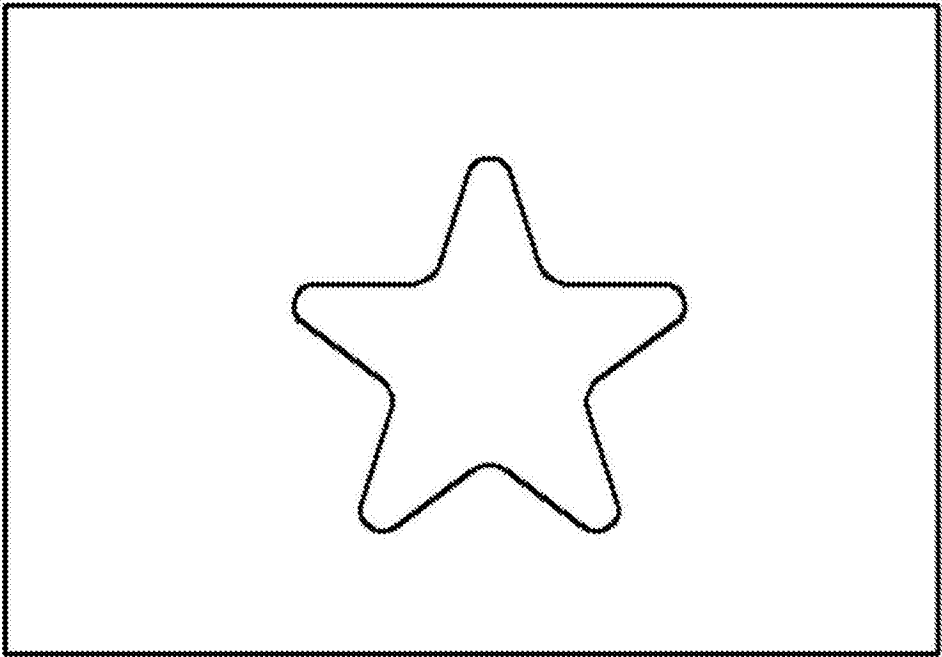


图4

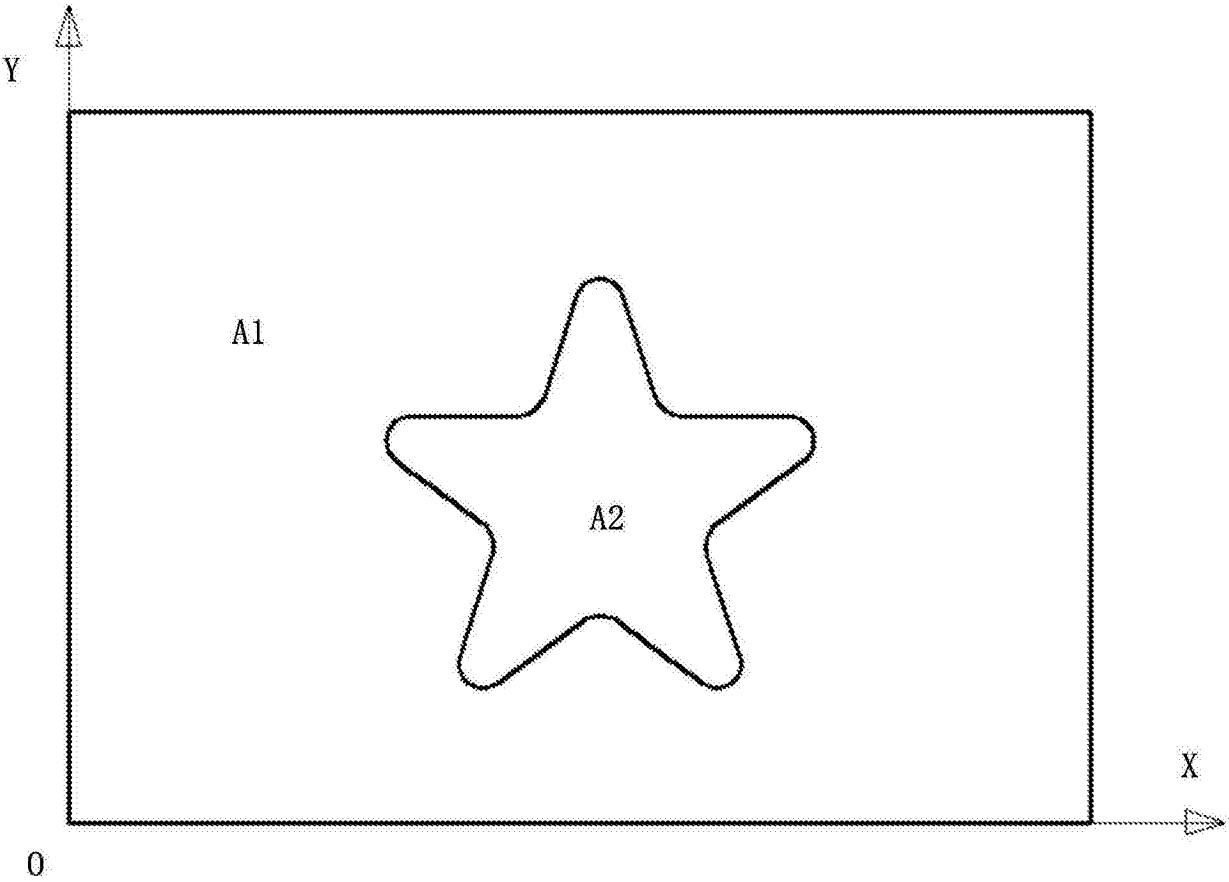


图5

以封闭地块边界P1外边界的任意一个顶点为直角坐标系的原点，长边为X轴正向，短边为Y轴正向

修剪边界P3形成若干个独立的封闭割草区域 A_i ，所有的独立密闭割草区域的集合为 $\{A_1, A_2, A_3, A_4 \dots A_i\}$ ，即 $P_3 = \{A_1, A_2, A_3, A_4 \dots A_i\}$ ，根据需要修剪的图案，设置每个独立区域 A_i 的草坪割草后高度 h_i

设割草装置有N个割草单元，每个割草单元启停、升降高度均为独立控制，N为自然数，割草装置工作幅宽为 $W = N \cdot D$ ，以单个割草单元直径D为分辨率，对 P_3 内各封闭区域进行同步栅格化处理，将 $P_3 = \{A_1, A_2, A_3, A_4 \dots A_i\}$ 划分为若干个边长为D的方块形栅格，取每个栅格的中心坐标点代表该栅格位置坐标，在区域内将这些坐标点从坐标原点以N个坐标点为一组，从下至上，从左至右，依次进行编号，即 $P_3 = C_0 = \{C_{01}, C_{02}, C_{03} \dots C_{0i}\}$ ，获得每个栅格对应的割草高度及中心点坐标，以此确定割草装置在每个坐标点的割草高度

以割草装置的割草单元数N为分组容量，N个割草单元对应工作时的N个栅格，割草装置的N个割草单元为一工作分组，割草装置到达坐标原点后，先沿X轴再沿Y轴，或先沿Y轴再沿X轴，割草装置行进以N个栅格宽度为一组遍历割草区域 P_3 的每个栅格

将每组栅格对应的割草高度和坐标信息看作一帧指令，进行指令帧编写，指令帧按照一组的N个坐标点及每个坐标点位置对应的割草高度 $C_{01}h_1 C_{02}h_2 C_{03}h_3 \dots C_{0i}h_i \dots h_1 h_2 h_3 \dots h_i$ 的形式进行编写，以割草装置遍历成组栅格的先后顺序，依次储存，得到割草指令序列信息P4

图6

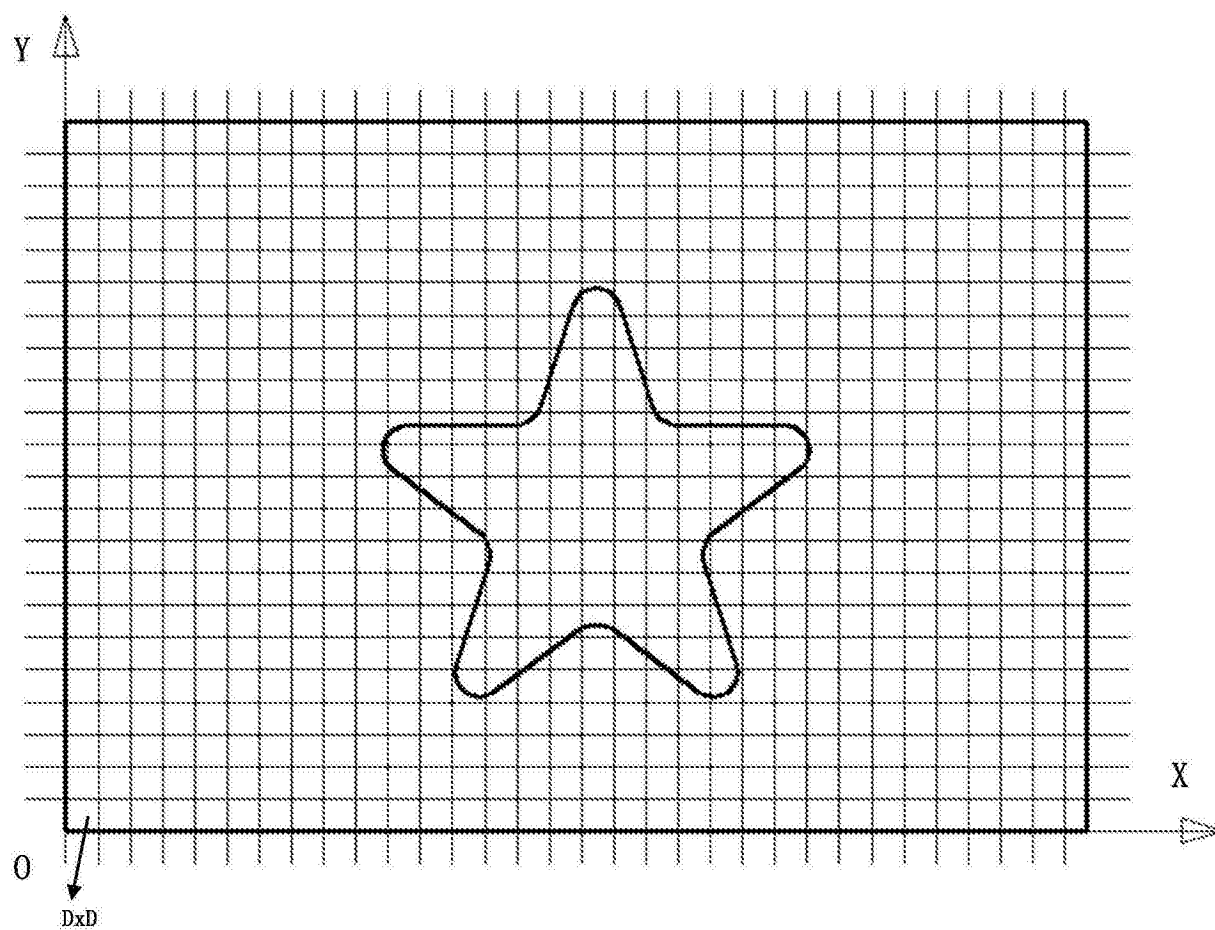


图7

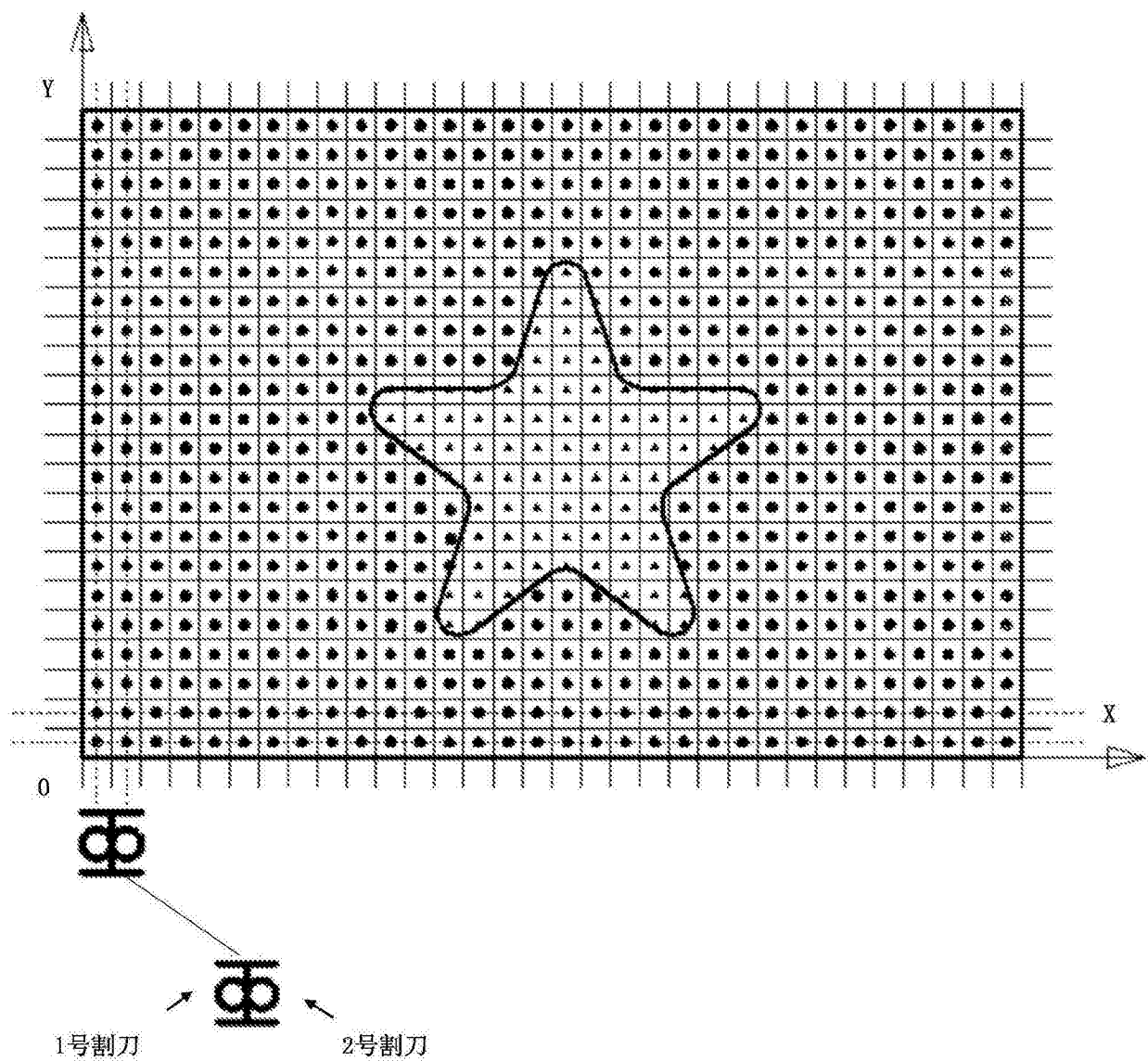


图8

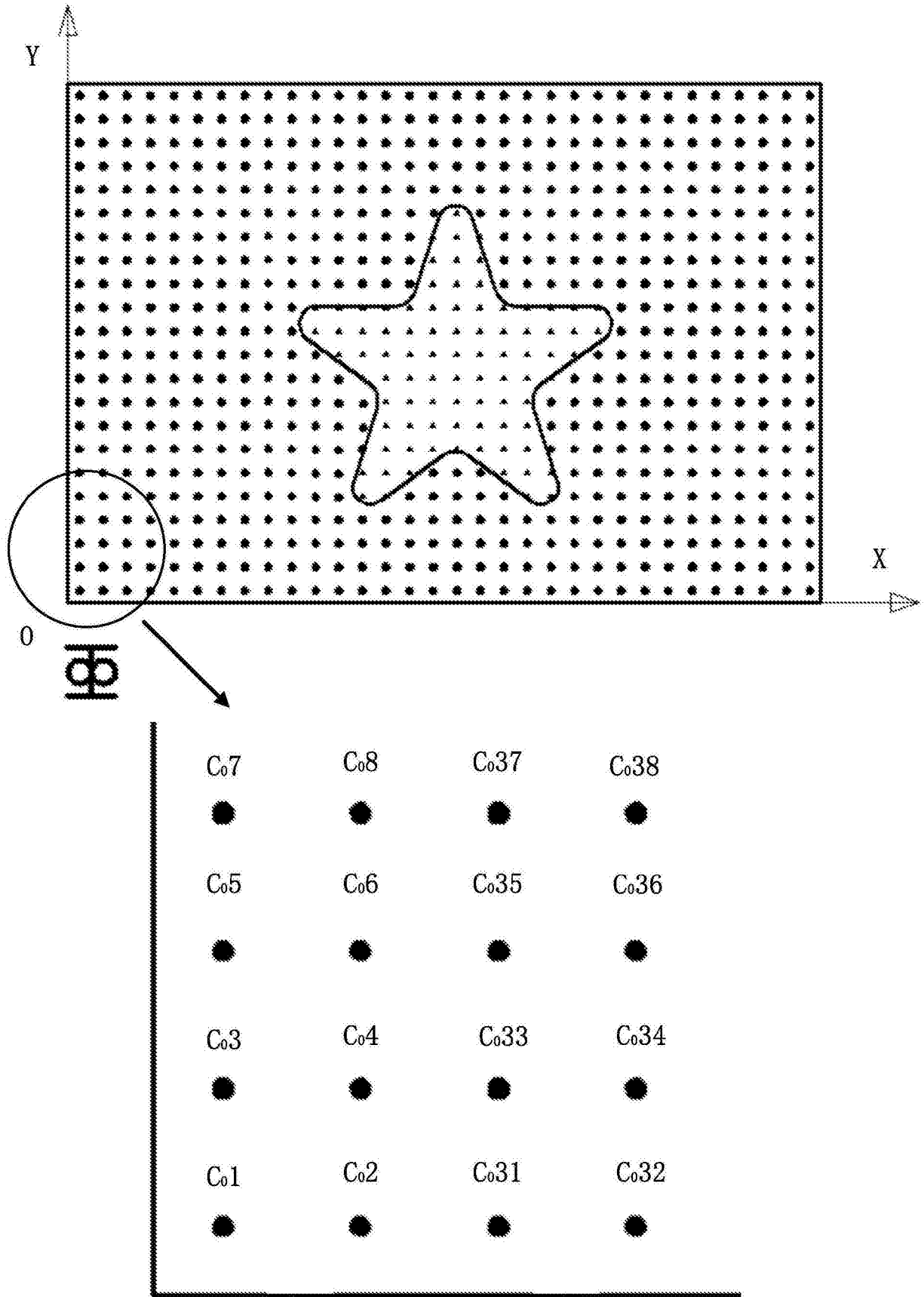


图9

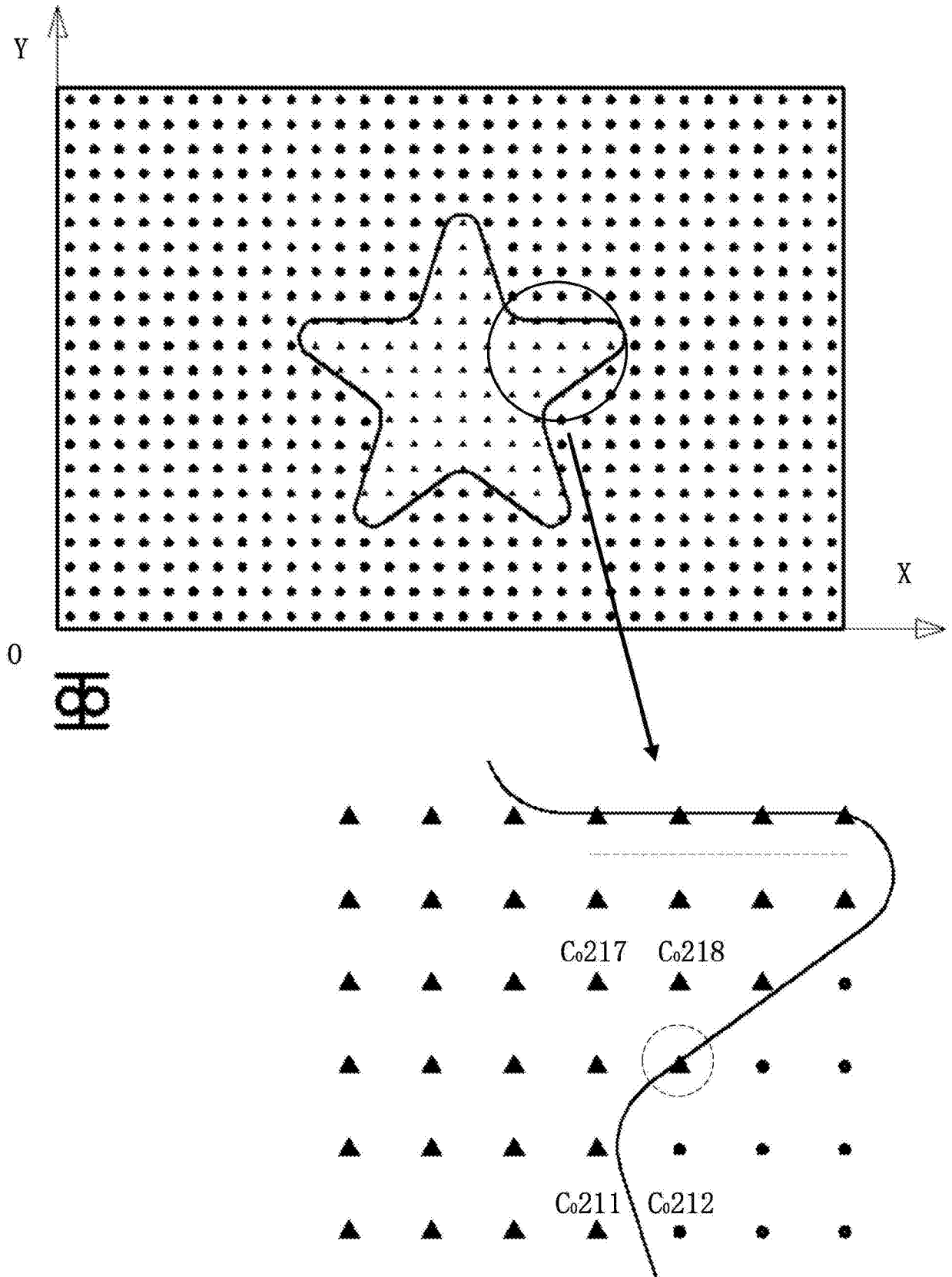


图10

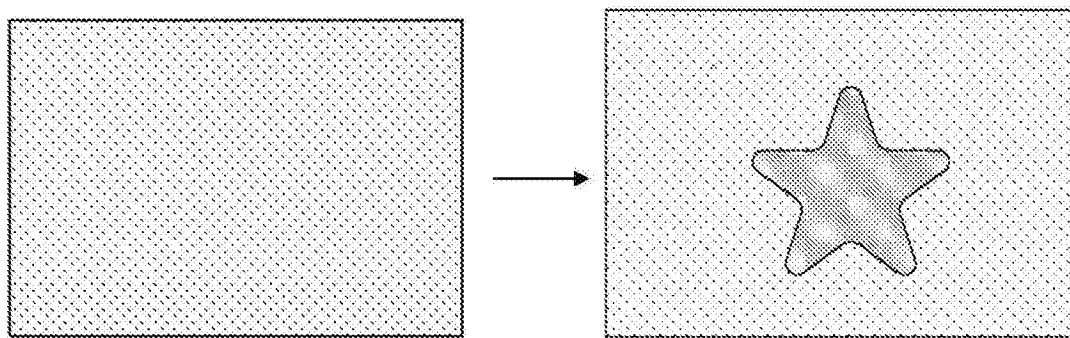


图11

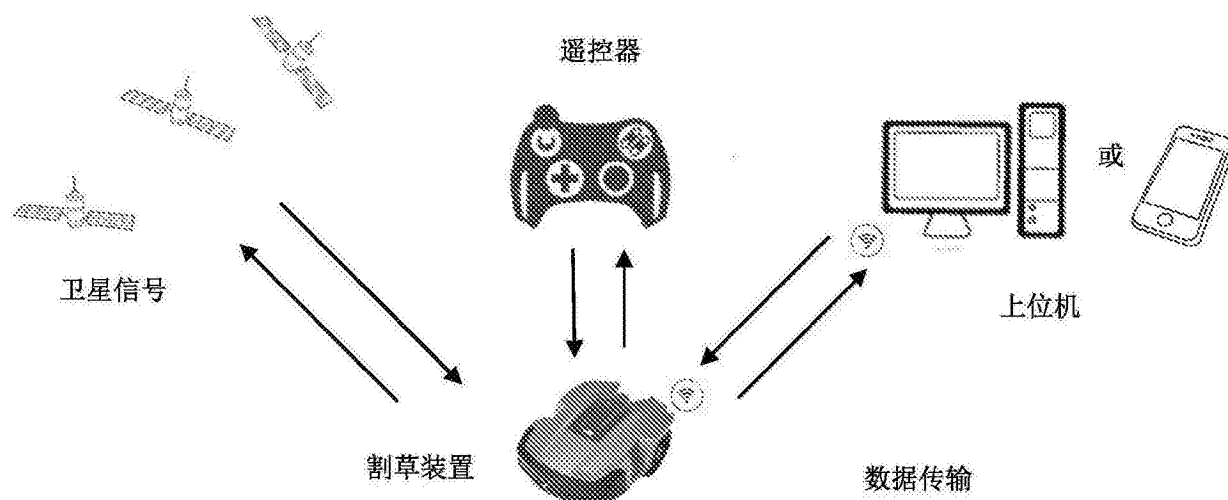


图12

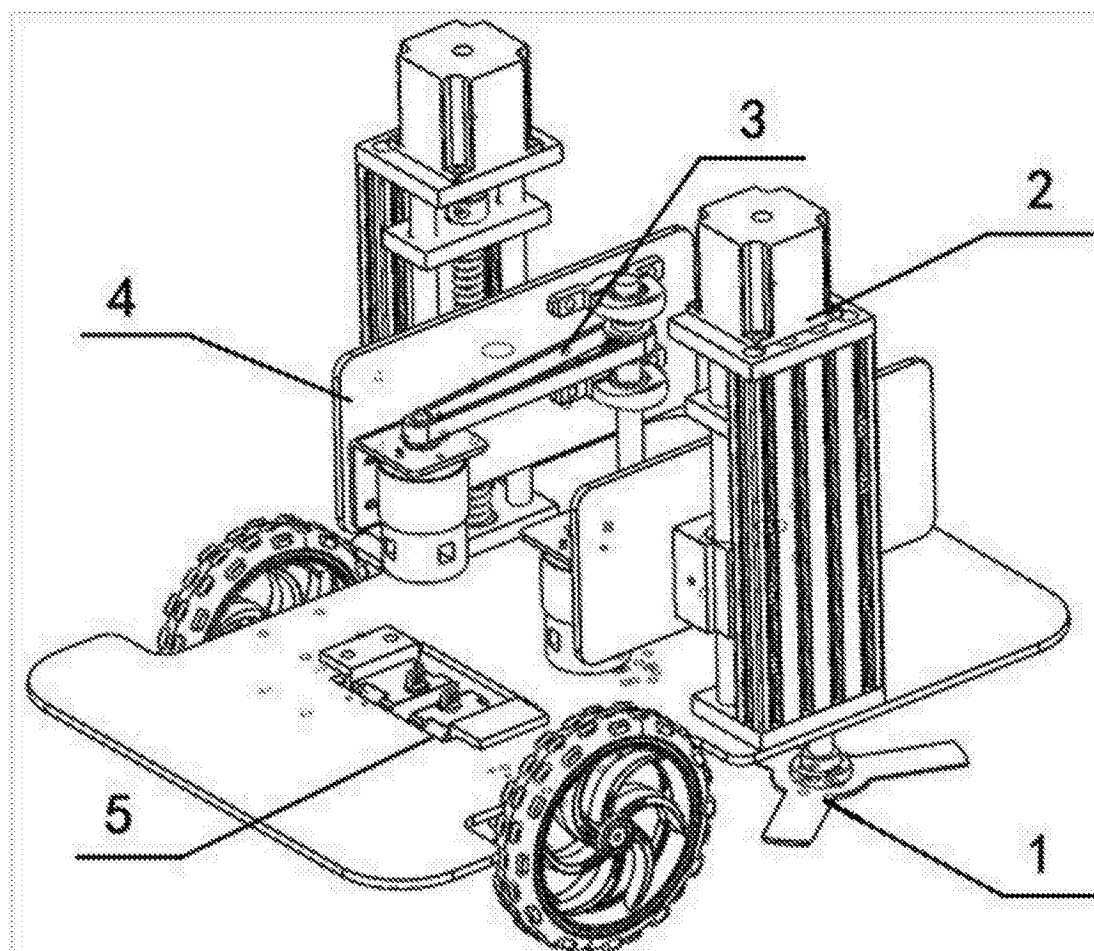


图13