



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 107918388 A

(43)申请公布日 2018.04.17

(21)申请号 201711088673.7

(22)申请日 2017.11.08

(71)申请人 深圳市招科智控科技有限公司  
地址 518067 广东省深圳市南山区招商街  
道南海大道1077北科创业大厦5层

(72)发明人 王彪 牛涛 肖立 许开国

(74)专利代理机构 北京联创佳为专利事务所  
(普通合伙) 11362

代理人 郭防

(51) Int. Cl.

G05D 1/02(2006.01)

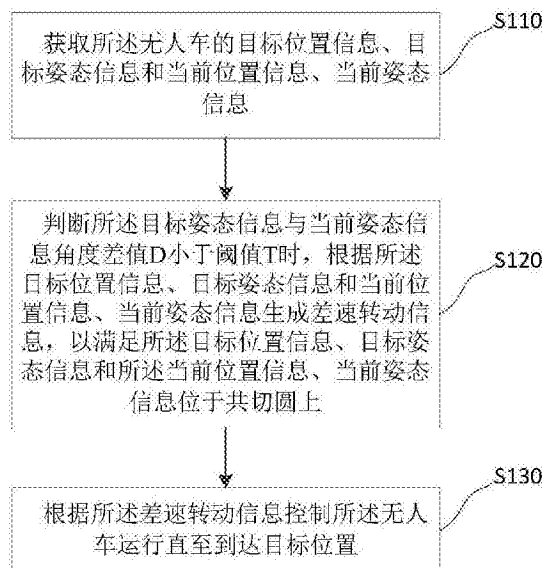
权利要求书2页 说明书5页 附图3页

(54)发明名称

港口集装箱搬运无人车轨迹控制方法及装置

(57)摘要

本发明涉及一种港口集装箱搬运无人车轨迹控制方法,包括如下步骤:获取所述无人车的目标位置信息、目标姿态信息和当前位置信息、当前姿态信息;判断所述目标姿态信息与当前姿态信息角度差值D小于阈值T时,根据所述目标位置信息、目标姿态信息和当前位置信息、当前姿态信息生成差速转动信息,以满足所述目标位置信息、目标姿态信息和所述当前位置信息、当前姿态信息位于共切圆上;根据所述差速转动信息控制所述无人车运行直至到达目标位置。还对应提供了一种轨迹控制装置,包括获取装置,差速转动信息生成装置和控制装置。能够利用最大转弯半径减少轮胎的磨损,延长了无人车的车轮的使用寿命。



1. 一种港口集装箱搬运无人车轨迹控制方法,其特征在于,包括如下步骤:

S110、获取所述无人车的目标位置信息、目标姿态信息和当前位置信息、当前姿态信息;

S120、判断所述目标姿态信息与当前姿态信息角度差值D小于阈值T时,根据所述目标位置信息、目标姿态信息和当前位置信息、当前姿态信息生成差速转动信息,以满足所述目标位置信息、目标姿态信息和所述当前位置信息、当前姿态信息位于共切圆上;

S130、根据所述差速转动信息控制所述无人车运行直至到达目标位置。

2. 根据权利要求1所述的港口集装箱搬运无人车轨迹控制方法,其特征在于,在所述步骤S130前还包括如下步骤:

S141、判断所述目标姿态信息与当前姿态信息角度差值D大于所述阈值T时,控制所述无人车原地转动角度D-T,重新获取当前位置信息、当前姿态信息;

S142、根据所述目标位置信息、目标姿态信息和当前位置信息、当前姿态信息生成差速转动信息,以满足所述目标位置信息、目标姿态信息和所述当前位置信息、当前姿态信息位于共切圆上。(两个实施例)。

3. 根据权利要求1或2所述的港口集装箱搬运无人车轨迹控制方法,其特征在于,所述根据所述目标位置信息、目标姿态信息和当前位置信息、当前姿态信息生成差速转动信息

的步骤包括:采用如下公式获取所述无人车内外侧车轮的速度, 
$$\begin{cases} v_{in} = \frac{V}{R} \left( R - \frac{a}{2} \right) \\ v_{out} = \frac{V}{R} \left( R + \frac{a}{2} \right) \end{cases}$$
 其中,  $v_{in}$  表

示内侧车轮的速度,  $v_{out}$  表示外侧车轮的速度,  $V$  表示行车速度,  $a$  表示左右轮之间的距离, 转

弯半径  $R = \frac{L}{2 \sin \left( \frac{B-A}{2} \right)}$ , 距离  $L = \sqrt{(X_2 - X_1)^2 + (Y_2 - Y_1)^2}$ ,  $(X_2, Y_2)$  表示目标位置,  $(X_1, Y_1)$  表示

当前位置,  $B$  表示目标姿态角,  $A$  为当前姿态角。

4. 根据权利要求3所述的港口集装箱搬运无人车轨迹控制方法,其特征在于,所述步骤S130包括,根据所述无人车的内侧车轮的速度信息和外侧车轮的速度信息设定所述无人车的左右轮速度。

5. 根据权利要求1或2所述的港口集装箱搬运无人车轨迹控制方法,其特征在于,所述阈值T为90度。

6. 一种港口集装箱搬运无人车轨迹控制装置,其特征在于,包括获取装置、差速转动信息生成装置和控制装置;

所述获取装置用于获取所述无人车的目标位置信息、目标姿态信息和当前位置信息、当前姿态信息;

所述差速转动信息生成装置用于判断所述目标姿态信息与当前姿态信息角度差值D小于阈值T时,根据所述目标位置信息、目标姿态信息和当前位置信息、当前姿态信息生成差速转动信息,以满足所述目标位置信息、目标姿态信息和所述当前位置信息、当前姿态信息位于共切圆上;

所述控制装置用于根据所述差速转动信息控制所述无人车运行直至到达目标位置。

7. 根据权利要求6所述的港口集装箱搬运无人车轨迹控制装置,其特征在于,所述差速转动信息生成装置还用于判断所述目标姿态信息与当前姿态信息角度差值D大于所述阈值T时,控制所述无人车原地转动角度D-T,重新获取当前位置信息、当前姿态信息,根据所述目标位置信息、目标姿态信息和当前位置信息、当前姿态信息生成差速转动信息,以满足所述目标位置信息、目标姿态信息和所述当前位置信息、当前姿态信息位于共切圆上。

8. 根据权利要求6或7所述的港口集装箱搬运无人车轨迹控制装置,其特征在于,所述差速转动信息生成装置具体采用如下公式获取所述无人车内外侧车轮的速度,

$$\begin{cases} v_{in} = \frac{V}{R} \left( R - \frac{a}{2} \right) \\ v_{out} = \frac{V}{R} \left( R + \frac{a}{2} \right) \end{cases} \text{ 其中, } v_{in} \text{ 表示内侧车轮的速度, } v_{out} \text{ 表示外侧车轮的速度, } V \text{ 表示行车速}$$

度,转弯半径  $R = \frac{L}{2 \sin\left(\frac{B-A}{2}\right)}$ , 距离  $L = \sqrt{(X2-X1)^2 + (Y2-Y1)^2}$ , (X2, Y2) 表示目标位置, (X1, Y1) 表示当前位置, B表示目标姿态角, A为当前姿态角。

9. 根据权利要求6或7所述的港口集装箱搬运无人车轨迹控制装置,其特征在于,所述阈值T为90度。

10. 根据权利要求6或7所述的港口集装箱搬运无人车轨迹控制装置,其特征在于,所述获取装置为GPS系统与惯性导航系统的组合系统。

## 港口集装箱搬运无人车轨迹控制方法及装置

### 技术领域

[0001] 本发明涉及港口集装箱水平搬运无人车导航控制领域,具体而言,涉及一种港口集装箱搬运无人车轨迹控制方法及一种港口集装箱搬运无人车轨迹控制装置。

### 背景技术

[0002] 在港口环境中,集装箱搬运无人车常常需要在卸船位与堆场位之间来回穿梭,由于两个位置之间的姿态不一致、位置不一致,造成无人车必须进行转向才能到达目标位置和姿态;在此情况下,转向多时,将会加速轮胎的磨损,造成无人车轮胎使用寿命短,且造成港口地面轮胎痕迹重,对无人车识别路面造成影响。

### 发明内容

[0003] 本发明为了解决现有技术中无人车转向轮胎损耗重,对港口路面造成污染的问题,提出了一种港口集装箱搬运无人车轨迹控制方法,包括如下步骤:

[0004] S110、获取所述无人车的目标位置信息、目标姿态信息和当前位置信息、当前姿态信息;

[0005] S120、判断所述目标姿态信息与当前姿态信息角度差值D小于阈值T时,根据所述目标位置信息、目标姿态信息和当前位置信息、当前姿态信息生成差速转动信息,以满足所述目标位置信息、目标姿态信息和所述当前位置信息、当前姿态信息位于共切圆上;

[0006] S130、根据所述差速转动信息控制所述无人车运行直至到达目标位置。

[0007] 进一步地,在所述步骤S130前还包括如下步骤:

[0008] S141、判断所述目标姿态信息与当前姿态信息角度差值D大于所述阈值T时,控制所述无人车原地转动角度D-T,重新获取当前位置信息、当前姿态信息;

[0009] S142、根据所述目标位置信息、目标姿态信息和当前位置信息、当前姿态信息生成差速转动信息,以满足所述目标位置信息、目标姿态信息和所述当前位置信息、当前姿态信息位于共切圆上。

[0010] 进一步地,所述根据所述目标位置信息、目标姿态信息和当前位置信息、当前姿态信息生成差速转动信息的步骤包括:采用如下公式获取所述无人车内外侧车轮的速度,

$$\begin{cases} v_{in} = \frac{V}{R} \left( R - \frac{a}{2} \right) \\ v_{out} = \frac{V}{R} \left( R + \frac{a}{2} \right) \end{cases} \text{其中, } v_{in} \text{ 表示内侧车轮的速度, } v_{out} \text{ 表示外侧车轮的速度, } V \text{ 表示行车速度, } a$$

表示左右轮之间的距离,转弯半径  $R = \frac{L}{2 \sin \left( \frac{B-A}{2} \right)}$ , 距离  $L = \sqrt{(X_2 - X_1)^2 + (Y_2 - Y_1)^2}$ ,  $(X_2, Y_2)$

表示目标位置,  $(X_1, Y_1)$  表示当前位置, B 表示目标姿态角, A 为当前姿态角。

[0011] 进一步地,所述步骤S130包括,根据所述无人车的内侧车轮的速度信息和外侧车

轮的速度信息设定所述无人车的左右轮速度。

[0012] 进一步地,所述阈值T为90度。

[0013] 另一方面,还提供了一种港口集装箱搬运无人车轨迹控制装置,包括获取装置、差速转动信息生成装置和控制装置;

[0014] 所述获取装置用于获取所述无人车的目标位置信息、目标姿态信息和当前位置信息、当前姿态信息;

[0015] 所述差速转动信息生成装置用于判断所述目标姿态信息与当前姿态信息角度差值D小于阈值T时,根据所述目标位置信息、目标姿态信息和当前位置信息、当前姿态信息生成差速转动信息,以满足所述目标位置信息、目标姿态信息和所述当前位置信息、当前姿态信息位于共切圆上;

[0016] 所述控制装置用于根据所述差速转动信息控制所述无人车运行直至到达目标位置。

[0017] 进一步地,所述差速转动信息生成装置还用于判断所述目标姿态信息与当前姿态信息角度差值D大于所述阈值T时,控制所述无人车原地转动角度D-T,重新获取当前位置信息、当前姿态信息,根据所述目标位置信息、目标姿态信息和当前位置信息、当前姿态信息生成差速转动信息,以满足所述目标位置信息、目标姿态信息和所述当前位置信息、当前姿态信息位于共切圆上。

[0018] 进一步地,所述差速转动信息生成装置具体采用如下公式获取所述无人车内外侧

车轮的速度, 
$$\begin{cases} v_{in} = \frac{V}{R} \left( R - \frac{a}{2} \right) \\ v_{out} = \frac{V}{R} \left( R + \frac{a}{2} \right) \end{cases}$$
 其中,  $v_{in}$  表示内侧车轮的速度,  $v_{out}$  表示外侧车轮的速度,  $V$  表

示行车速度, 转弯半径  $R = \frac{L}{2 \sin\left(\frac{B-A}{2}\right)}$ , 距离  $L = \sqrt{(X_2 - X_1)^2 + (Y_2 - Y_1)^2}$ ,  $(X_2, Y_2)$  表示目标位

置,  $(X_1, Y_1)$  表示当前位置,  $B$  表示目标姿态角,  $A$  为当前姿态角。

[0019] 进一步地,所述阈值T为90度。

[0020] 进一步地,所述获取装置为GPS系统与惯性导航系统的组合系统。

[0021] 本发明中的装置和方法通过增加转向时的转弯半径,能够减小无人车在港口环境中运行时由于转向带来的轮胎损耗,增加了轮胎的使用寿命。同时判断目标姿态角和当前姿态角的角度差大于阈值时,为了防止行车路径较大的问题出现,提前原地转动,然后取最大转弯半径运行,兼顾了行车效率和保障了港口运行的有序性。

## 附图说明

[0022] 通过参考附图会更加清楚的理解本发明的特征和优点,附图是示意性的而不应该理解为对本发明进行任何限制,在附图中:

[0023] 图1为本发明一些实施例中的港口集装箱搬运无人车轨迹控制方法的流程示意图;

[0024] 图2为本发明一些实施例中的港口集装箱搬运无人车轨迹控制方法转向状态示意

图；

[0025] 图3为本发明一些实施例中的港口集装箱搬运无人车轨迹控制方法中无人车示意图；

[0026] 图4为本发明一些实施例中的港口集装箱搬运无人车轨迹控制方法的流程示意图；

[0027] 图5为本发明一些实施例中的港口集装箱搬运无人车轨迹控制方法转向状态示意图；

[0028] 图6为本发明一些实施例中的港口集装箱搬运无人车轨迹控制装置结构示意图。

### 具体实施方式

[0029] 为了能够更清楚地理解本发明的上述目的、特征和优点,下面结合附图和具体实施方式对本发明进行进一步的详细描述。需要说明的是,在不冲突的情况下,本申请的实施例及实施例中的特征可以相互组合。

[0030] 在下面的描述中阐述了很多具体细节以便于充分理解本发明,但是,本发明还可以采用其他不同于在此描述的方式来实施,因此,本发明的保护范围并不受下面公开的具体实施例的限制。

[0031] 现有技术中,港口集装箱水平搬运无人车在目标位置和当前位置之间常常需要变化行车姿态角,需要进行转弯作业,现有的方式有,原地转弯然后直线行驶,然后到达目标位置后再进行原地转弯,满足目标姿态角,这种运行方式造成轮胎损耗大,对港口地面污染也较大,不利于无人车长期运行。

[0032] 本发明提出了一种求取最大转弯半径的方式进行转向,减小了轮胎损耗,使得港口能够长期运行。具体地,如图1所示,本发明实施例提供了一种港口集装箱搬运无人车轨迹控制方法,包括如下步骤:

[0033] S110、获取所述无人车的目标位置信息、目标姿态信息和当前位置信息、当前姿态信息;

[0034] S120、判断所述目标姿态信息与当前姿态信息角度差值D小于阈值T时,根据所述目标位置信息、目标姿态信息和当前位置信息、当前姿态信息生成差速转动信息,以满足所述目标位置信息、目标姿态信息和所述当前位置信息、当前姿态信息位于共切圆上;

[0035] S130、根据所述差速转动信息控制所述无人车运行直至到达目标位置。

[0036] 如图2所示,所述根据所述目标位置信息、目标姿态信息和当前位置信息、当前姿态信息生成差速转动信息的步骤包括:采用如下公式获取所述无人车内外侧车轮的速度,

$$\begin{cases} v_{in} = \frac{V}{R} \left( R - \frac{a}{2} \right) \\ v_{out} = \frac{V}{R} \left( R + \frac{a}{2} \right) \end{cases}$$

其中,  $v_{in}$  表示内侧车轮的速度,  $v_{out}$  表示外侧车轮的速度,如图3所示,  $a$  表示

无人车200的左轮240与右轮230之间的距离,  $V$  表示行车速度,转弯半径  $R = \frac{L}{2 \sin\left(\frac{B-A}{2}\right)}$ , 距

距离  $L = \sqrt{(X_2 - X_1)^2 + (Y_2 - Y_1)^2}$ ,  $(X_2, Y_2)$  表示目标位置,  $(X_1, Y_1)$  表示当前位置,  $B$  表示目标姿态角,  $A$  为当前姿态角。根据内侧和外侧的车轮速度进行控制所述左右车轮的速度。图2中, 目标姿态220, 当前姿态210, 姿态角的定义为从x轴逆时针转动的角度。

[0037] 本发明通过求取最大的转弯半径, 使得无人车的左右轮速度差最小, 减小了轮胎损耗。

[0038] 本发明在利用最大转弯半径进行转向时, 为了避免由于转弯轨迹较长的问题, 获取姿态角之后进行预判, 如果姿态角大于阈值时, 如90度时, 则进行提前原地转动, 转动到姿态角之差为90度时, 停止, 然后去求最大的转弯半径, 进行转向运行, 具体地, 如图4、图5所示, 在所述步骤S130前还包括如下步骤:

[0039] S141、判断所述目标姿态信息与当前姿态信息角度差值  $D$  大于所述阈值  $T$  时, 控制所述无人车原地转动角度  $D - T$ , 重新获取当前位置信息、当前姿态信息;

[0040] S142、根据所述目标位置信息、目标姿态信息和当前位置信息、当前姿态信息生成差速转动信息, 以满足所述目标位置信息、目标姿态信息和所述当前位置信息、当前姿态信息位于共切圆上。

[0041] 所述根据所述目标位置信息、目标姿态信息和当前位置信息、当前姿态信息生成差速转动信息的步骤包括: 采用如下公式获取所述无人车内外侧车轮的速度,

$$\begin{cases} v_{in} = \frac{V}{R} \left( R - \frac{a}{2} \right) \\ v_{out} = \frac{V}{R} \left( R + \frac{a}{2} \right) \end{cases} \text{ 其中, } v_{in} \text{ 表示内侧车轮的速度, } v_{out} \text{ 表示外侧车轮的速度, } V \text{ 表示行车速度,}$$

转弯半径  $R = \frac{L}{2 \sin \left( \frac{B - A}{2} \right)}$ , 距离  $L = \sqrt{(X_2 - X_1)^2 + (Y_2 - Y_1)^2}$ ,  $(X_2, Y_2)$  表示目标位置,  $(X_1, Y_1)$  表

示当前位置,  $B$  表示目标姿态角,  $A$  为当前姿态角。  $D = B - A$ 。

[0042] 所述步骤S130包括, 根据所述无人车的内侧车轮的速度信息和外侧车轮的速度信息设定所述无人车的左右轮速度; 所述阈值  $T$  为90度。

[0043] 本发明另一方面基于上述方法, 如图6所示, 提供了一种港口集装箱搬运无人车轨迹控制装置100, 包括获取装置110、差速转动信息生成装置120和控制装置130;

[0044] 所述获取装置110用于获取所述无人车的目标位置信息、目标姿态信息和当前位置信息、当前姿态信息;

[0045] 所述差速转动信息生成装置120用于判断所述目标姿态信息与当前姿态信息角度差值  $D$  小于阈值  $T$  时, 根据所述目标位置信息、目标姿态信息和当前位置信息、当前姿态信息生成差速转动信息, 以满足所述目标位置信息、目标姿态信息和所述当前位置信息、当前姿态信息位于共切圆上;

[0046] 所述控制装置130用于根据所述差速转动信息控制所述无人车运行直至到达目标位置。

[0047] 通过差速转动信息生成装置120获取最大转弯半径时的左右轮的速度, 从而减小左右轮速度之差, 减小了车轮的损耗, 保证了车轮使用寿命。

[0048] 同时,为了防止轨迹过长,使得港口运行混乱。本发明的实施例限制了姿态角之差,先提前原地转动到姿态角之差为90度,然后在求取最大转弯半径,根据预设的运行速度V求出左右轮的速度,使得速度差值最小。

[0049] 所述差速转动信息生成装置120还用于判断所述目标姿态信息与当前姿态信息角度差值D大于所述阈值T时,控制所述无人车原地转动角度D-T,重新获取当前位置信息、当前姿态信息,根据所述目标位置信息、目标姿态信息和当前位置信息、当前姿态信息生成差速转动信息,以满足所述目标位置信息、目标姿态信息和所述当前位置信息、当前姿态信息位于共切圆上。

[0050] 所述差速转动信息生成装置120具体采用如下公式获取所述无人车内外侧车轮的

速度, 
$$\begin{cases} v_{in} = \frac{V}{R} \left( R - \frac{a}{2} \right) \\ v_{out} = \frac{V}{R} \left( R + \frac{a}{2} \right) \end{cases}$$
 其中,  $v_{in}$ 表示内侧车轮的速度,  $v_{out}$ 表示外侧车轮的速度, V表示行车

速度, 转弯半径  $R = \frac{L}{2 \sin\left(\frac{B-A}{2}\right)}$ , 距离  $L = \sqrt{(X2-X1)^2 + (Y2-Y1)^2}$ ,  $(X2, Y2)$  表示目标位置,  $(X1, Y1)$  表示当前位置, B表示目标姿态角, A为当前姿态角。  $D = B - A$ 。

[0051] 所述阈值T为90度。

[0052] 所述获取装置110为GPS系统与惯性导航系统的组合系统。

[0053] 本发明中装置和方法能够利用最大转弯半径减少轮胎的磨损,延长了无人车的车轮的使用寿命。

[0054] 在本发明中,术语“第一”、“第二”、“第三”仅用于描述目的,而不能理解为指示或暗示相对重要性。术语“多个”指两个或两个以上,除非另有明确的限定。

[0055] 以上所述仅为本发明的优选实施例而已,并不用于限制本发明,对于本领域的技术人员来说,本发明可以有各种更改和变化。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。



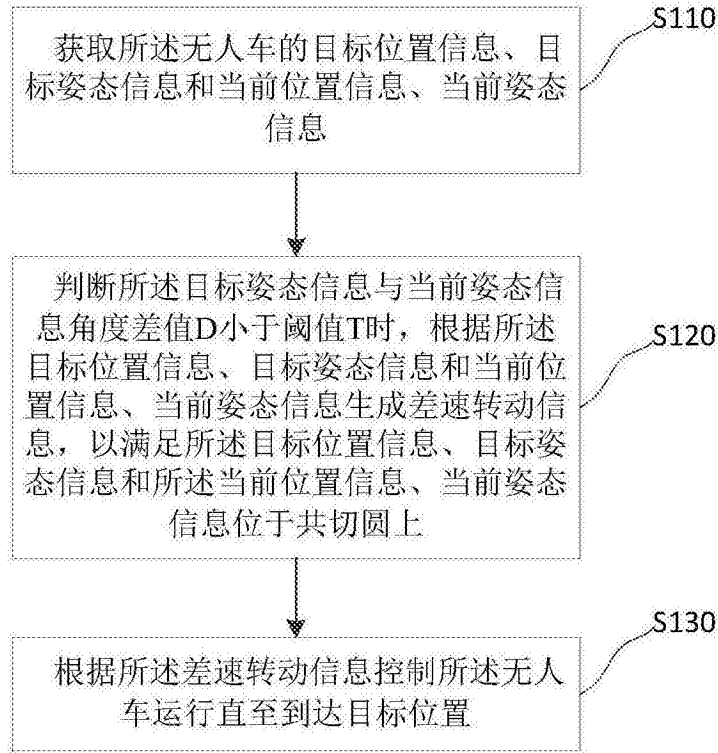


图1

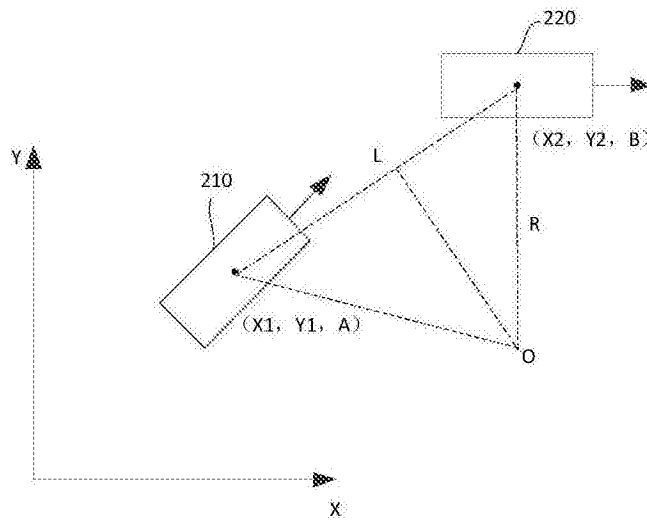


图2

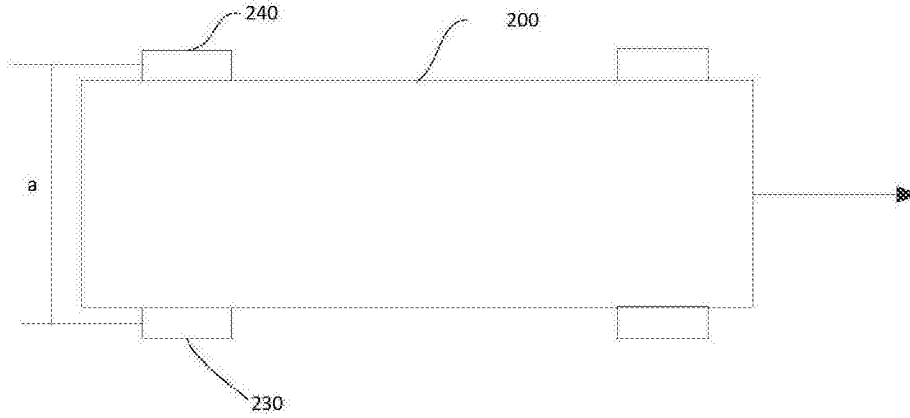


图3

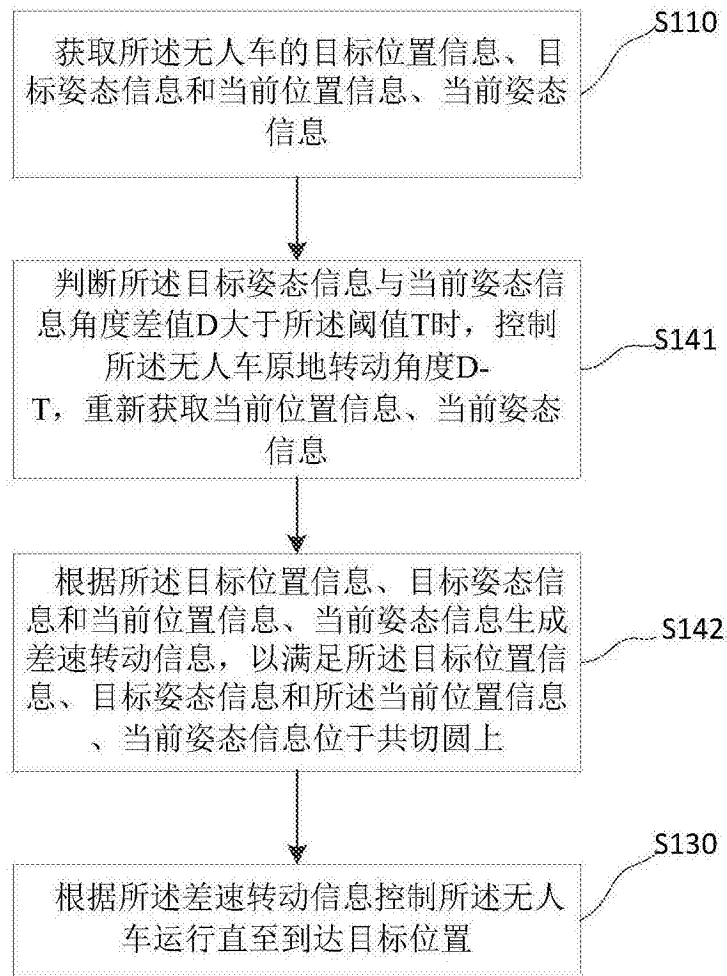


图4

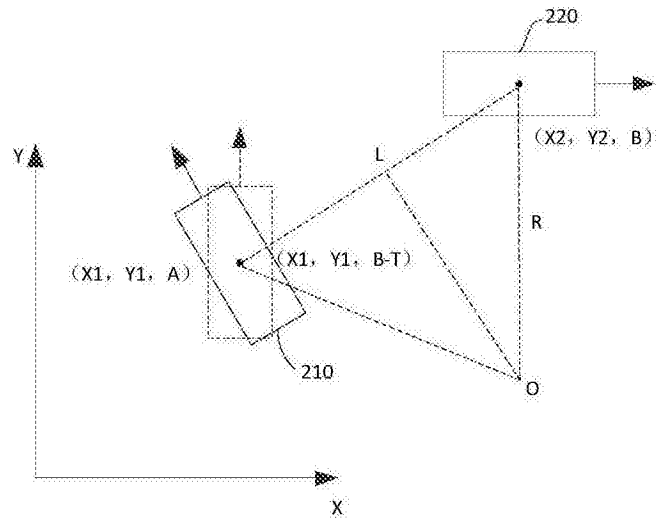


图5

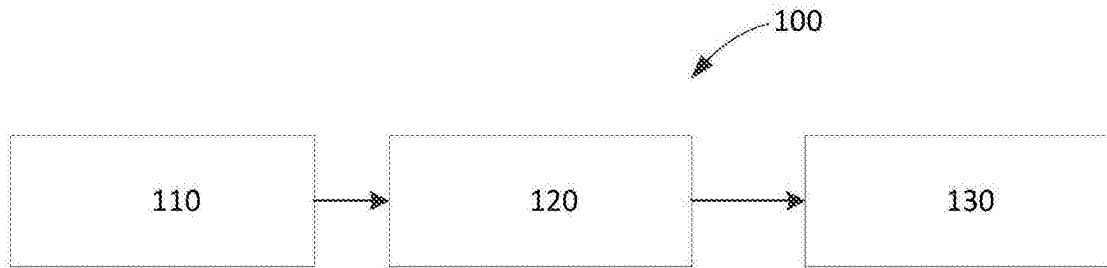


图6