



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 103576688 B

(45) 授权公告日 2016. 01. 20

(21) 申请号 201310597933. 9

EP 0457064 A1, 1991. 11. 21, 全文 .

(22) 申请日 2013. 11. 22

高剑 . 自主水下航行器回坞路径规划与跟踪控制 . 《机械科学与技术》. 2012, 第 31 卷 (第 5 期), 全文 .

(73) 专利权人 中国科学院自动化研究所

地址 100190 北京市海淀区中关村东路 95 号

吴元清等 . 机器人避障问题 . 《四川职业技术学院学报》. 2013, 第 23 卷 (第 2 期), 全文 .

专利权人 常州科学与艺术融合技术研究所

审查员 刘文梅

(72) 发明人 王硕 王宇 李恩 魏清平

(74) 专利代理机构 中科专利商标代理有限责任公司 11021

代理人 宋焰琴

(51) Int. Cl.

G05D 1/02(2006. 01)

(56) 对比文件

US 5661650 A, 1997. 08. 26, 全文 .

CN 102207736 A, 2011. 10. 05, 全文 .

CN 102831298 A, 2012. 12. 19, 全文 .

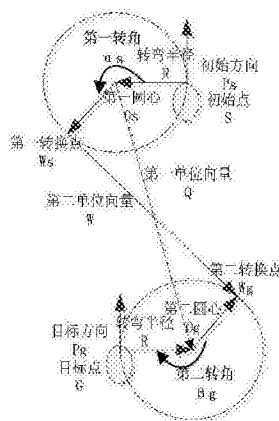
权利要求书2页 说明书4页 附图1页

(54) 发明名称

一种机器人先逆时针再顺时针运动控制方法

(57) 摘要

本发明公开了一种机器人先逆时针再顺时针运动控制方法,该方法包括以下步骤:设定并输入多个机器人运动参数;计算机器人运动的第一圆心的坐标;计算机器人运动的第二圆心的坐标;计算第一圆心指向第二圆心的第一单位向量;计算第一单位向量与第二单位向量之间的夹角;计算机器人运动的第一转换点的坐标;计算机器人运动的第二转换点的坐标;计算由第一转换点指向第二转换点的第二单位向量;计算机器人运动的第一转角;计算机器人运动的第二转角;基于上述运动路径参数,对于机器人的先逆时针后顺时针运动进行控制。本发明结合机器人学知识,利用坐标旋转变换方法实现了对于机器人先逆时针再顺时针运动的控制,本发明简单而且有效。



1. 一种机器人先逆时针再顺时针运动控制方法,其特征在于,该方法包括以下步骤:

步骤 S1:设定并输入多个机器人运动参数,所述运动参数至少包括:机器人运动初始点 S 坐标 (x_s, y_s) ,机器人在初始点 S 处的初始方向单位向量 $P_s(p_{xs}, p_{ys})$,机器人运动目标点 G 坐标 (x_g, y_g) ,机器人在目标点 G 处的目标方向单位向量 $P_g(p_{xg}, p_{yg})$,以及机器人容许的转弯半径 R;

步骤 S2:基于初始点 S、初始方向单位向量 P_s 和转弯半径 R 计算得到机器人从初始点 S 沿初始方向单位向量 P_s 以转弯半径 R 做逆时针绕第一圆心 O_s 运动的第一圆心 O_s 的坐标 (x_{os}, y_{os}) ;

步骤 S3:基于目标点 G、目标方向单位向量 P_g 和转弯半径 R 计算得到机器人以转弯半径 R 沿顺时针方向绕第二圆心 O_g 运动以到达目标点 G 和目标方向单位向量 P_g 的第二圆心 O_g 的坐标 (x_{og}, y_{og}) ;

步骤 S4:基于第一圆心 O_s 和第二圆心 O_g 的坐标计算得到由第一圆心 O_s 指向第二圆心 O_g 的第一单位向量 $Q(q_x, q_y)$;

步骤 S5:基于第一圆心 O_s 、第二圆心 O_g 和转弯半径 R 计算得到第一单位向量 Q 与第二单位向量 W 之间的夹角 γ ,其中,用 2 乘以 R 除以第一圆心 O_s 和第二圆心 O_g 两点间的长度值,再将计算结果进行反正弦即得夹角 γ ;

步骤 S6:基于所述第一圆心 O_s 、转弯半径 R 和第一单位向量 Q 计算得到机器人从绕第一圆心 O_s 逆时针运动转为沿第二单位向量 W 方向作直线运动的第一转换点 W_s 的坐标 (x_{ws}, y_{ws}) ;

步骤 S7:基于所述第二圆心 O_g 、转弯半径 R 和第一单位向量 Q 计算得到机器人从沿第二单位向量 W 方向直线运动转为绕第二圆心 O_g 顺时针运动的第二转换点 W_g 的坐标 (x_{wg}, y_{wg}) ;

步骤 S8:计算得到由第一转换点 W_s 指向第二转换点 W_g 的第二单位向量 $W(w_x, w_y)$;

步骤 S9:基于第一圆心 O_s 、初始点 S、第一转换点 W_s 计算得到机器人从初始点 S 逆时针绕第一圆心 O_s 运动到第一转换点 W_s 转过的第一转角 α_s ;

步骤 S10:基于第二圆心 O_g 、目标点 G、第二转换点 W_g 计算得到机器人从第二转换点 W_g 沿顺时针绕第二圆心 O_g 运动到目标点 G 转过的第二转角 β_g ;

步骤 S11:基于所述步骤 S2-S10 计算得到的运动路径参数,对于机器人的先逆时针后顺时针运动进行控制,其中,所述机器人的先逆时针后顺时针运动路径为:由初始点 S 以转弯半径 R 绕第一圆心 O_s 逆时针运动转过第一转角 α_s 到达第一转换点 W_s ,由第一转换点 W_s 沿第二单位向量 W 方向直线运动到第二转换点 W_g ,由第二转换点 W_g 以转弯半径 R 绕第二圆心 O_g 顺时针运动转过第二转角 β_g 即到达目标点 G;

其中,所述步骤 S9 进一步包括以下步骤:

步骤 S91:计算第一圆心 O_s 指向初始点 S 的第一向量 MS ;

步骤 S92:计算第一圆心 O_s 指向第一转换点 W_s 的第二向量 NS ;

步骤 S93:用反余弦求取第一向量 MS 和第二向量 NS 之间的夹角 α ;

步骤 S94:判断从初始点 S 逆时针绕第一圆心 O_s 到达第一转换点 W_s 转过的第一转角 α_s 是否大于 180 度,如果 α_s 小于等于 180 度,则令 α_s 等于 α ,否则令 α_s 等于 $2\pi - \alpha$;

所述步骤 S10 进一步包括以下步骤:

步骤 S101 :计算第二圆心 O_g 指向目标点 G 的第三向量 MG ;

步骤 S102 :计算第二圆心 O_g 指向第二转换点 W_g 的第四向量 NG ;

步骤 S103 :用反余弦求取第三向量 MG 和第四向量 NG 之间的夹角 β ;

步骤 S104 :判断从第二转换点 W_g 顺时针绕第二圆心 O_g 运动到目标点 G 转过的角度 β_g 是否大于 180 度,如果 β_g 小于等于 180 度,则令 β_g 等于 β , 否则令 β_g 等于 $2\pi - \beta$ 。

2. 根据权利要求 1 所述的方法,其特征在于,所述步骤 S2 具体为:先将初始方向单位向量 P_s 逆时针旋转 90 度,然后与转弯半径 R 相乘,再将相乘结果与初始点 S 坐标相加即得第一圆心 O_s 的坐标。

3. 根据权利要求 1 所述的方法,其特征在于,所述步骤 S3 具体为:先将目标方向单位向量 P_g 顺时针旋转 90 度,然后与转弯半径 R 相乘,再将相乘结果与目标点 G 坐标相加即得第二圆心 O_g 的坐标。

4. 根据权利要求 1 所述的方法,其特征在于,所述步骤 S4 具体为:用第二圆心 O_g 的坐标减去第一圆心 O_s 的坐标,再将相减结果除以第一圆心 O_s 和第二圆心 O_g 两点间的长度值即得第一单位向量 Q 。

5. 根据权利要求 1 所述的方法,其特征在于,所述步骤 S6 具体为:先将第一单位向量 Q 顺时针旋转 $(90 - \gamma)$ 度,然后与转弯半径 R 相乘,再将相乘结果与第一圆心 O_s 的坐标相加即得第一转换点 W_s 的坐标。

6. 根据权利要求 1 所述的方法,其特征在于,所述步骤 S7 具体为:先将第一单位向量 Q 逆时针旋转 $(90 + \gamma)$ 度,然后与转弯半径 R 相乘,再将相乘结果与第二圆心 O_g 坐标相加即得第二转换点 W_g 的坐标。

7. 根据权利要求 1 所述的方法,其特征在于,所述步骤 S8 具体为:用第二转换点 W_g 的坐标减去第一转换点 W_s 的坐标,再将相减结果除以第一转换点 W_s 和第二转换点 W_g 两点间的长度值即得到第二单位向量 W 。

一种机器人先逆时针再顺时针运动控制方法

技术领域

[0001] 本发明涉及机器人技术领域,具体是一种机器人先逆时针再顺时针运动控制方法。

背景技术

[0002] 近年来,勘察、目标获取、搜索与援救、监督、环境监测等方面广泛的应用需求使移动机器人技术得到快速的发展。其中,导航技术是移动机器人研究的核心技术之一,而路径规划是导航的基本环节之一。机器人路径规划的基本思想是依据某种标准(如时间最短、能量最少、路径最短等)寻找一条从起始点到目标点的无碰撞的最优或近似最优的路径。路径规划可分为全局路径规划与局部路径规划,全局路径规划的主要算法有可视图法、栅格解耦法、概率图法、拓扑法和神经网络法;局部路径规划的主要算法有人工势场法、快速随机搜索树(RRT)和模糊逻辑算法等。

发明内容

[0003] 本发明的目的是提出一种机器人先逆时针再顺时针运动控制方法,以进行机器人CSC路径规划,使得机器人按照规划的路线进行先逆时针再顺时针运动。

[0004] 本发明提出的一种机器人先逆时针再顺时针运动控制方法包括以下步骤:

[0005] 步骤S1:设定并输入多个机器人运动参数,所述运动参数至少包括:机器人运动初始点S坐标 (x_s, y_s) ,机器人在初始点S处的初始方向单位向量 $P_s(p_{xs}, p_{ys})$,机器人运动目标点G坐标 (x_g, y_g) ,机器人在目标点G处的目标方向单位向量 $P_g(p_{xg}, p_{yg})$,以及机器人容许的转弯半径R;

[0006] 步骤S2:基于初始点S、初始方向单位向量 P_s 和转弯半径R计算得到机器人从初始点S沿初始方向单位向量 P_s 以转弯半径R做逆时针绕第一圆心 O_s 运动的第一圆心 O_s 的坐标 (x_{os}, y_{os}) ;

[0007] 步骤S3:基于目标点G、目标方向单位向量 P_g 和转弯半径R计算得到机器人以转弯半径R沿顺时针方向绕第二圆心 O_g 运动以到达目标点G和目标方向单位向量 P_g 的第二圆心 O_g 的坐标 (x_{og}, y_{og}) ;

[0008] 步骤S4:基于第一圆心 O_s 和第二圆心 O_g 的坐标计算得到由第一圆心 O_s 指向第二圆心 O_g 的第一单位向量 $Q(q_x, q_y)$;

[0009] 步骤S5:基于第一圆心 O_s 、第二圆心 O_g 和转弯半径R计算得到第一单位向量 Q 与第二单位向量 W 之间的夹角 γ ;

[0010] 步骤S6:基于所述第一圆心 O_s 、转弯半径R和第一单位向量 Q 计算得到机器人从绕第一圆心 O_s 逆时针运动转为沿第二单位向量 W 方向作直线运动的第一转换点 W_s 的坐标 (x_{ws}, y_{ws}) ;

[0011] 步骤S7:基于所述第二圆心 O_g 、转弯半径R和第一单位向量 Q 计算得到机器人从沿第二单位向量 W 方向直线运动转为绕第二圆心 O_g 顺时针运动的第二转换点 W_g 的坐标

(x_{wg}, y_{wg}) ;

[0012] 步骤 S8 :计算得到由第一转换点 W_s 指向第二转换点 W_g 的第二单位向量 $W(w_x, w_y)$;

[0013] 步骤 S9 :基于第一圆心 O_s 、初始点 S 、第一转换点 W_s 计算得到机器人从初始点 S 逆时针绕第一圆心 O_s 运动到第一转换点 W_s 转过的第一转角 α_s ;

[0014] 步骤 S10 :基于第二圆心 O_g 、目标点 G 、第二转换点 W_g 计算得到机器人从第二转换点 W_g 沿顺时针绕第二圆心 O_g 运动到目标点 G 转过的第二转角 β_g ;

[0015] 步骤 S11 :基于所述步骤 S2-S10 计算得到的运动路径参数,对于机器人的先逆时针后顺时针运动进行控制,其中,所述机器人的先逆时针后顺时针运动路径为:由初始点 S 以转弯半径 R 绕第一圆心 O_s 逆时针运动转过第一转角 α_s 到达第一转换点 W_s ,由第一转换点 W_s 沿第二单位向量 W 方向直线运动到第二转换点 W_g ,由第二转换点 W_g 以转弯半径 R 绕第二圆心 O_g 顺时针运动转过第二转角 β_g 即到达目标点 G 。

[0016] 本发明结合机器人学,提出了一种机器人先逆时针再顺时针运动控制方法,其具体通过坐标旋转变换的方法来实现,简单而且有效。

附图说明

[0017] 图 1 是本发明机器人先逆时针再顺时针运动控制方法的示意图。

具体实施方式

[0018] 为使本发明的目的、技术方案和优点更加清楚明白,以下结合具体实施例,并参照附图,对本发明进一步详细说明。

[0019] 图 1 是本发明机器人先逆时针再顺时针运动控制方法,如图 1 所示,本发明提出的一种机器人先逆时针再顺时针运动控制方法包括以下几个步骤:

[0020] 步骤 S1 :设定并输入多个机器人运动参数,所述运动参数至少包括:机器人运动初始点 S 坐标 (x_s, y_s) ,机器人在初始点 S 处的初始方向单位向量 $P_s(p_{xs}, p_{ys})$,机器人运动目标点 G 坐标 (x_g, y_g) ,机器人在目标点 G 处的目标方向单位向量 $P_g(p_{xg}, p_{yg})$,以及机器人容许的转弯半径 R ;

[0021] 步骤 S2 :基于初始点 S 、初始方向单位向量 P_s 和转弯半径 R 计算得到机器人从初始点 S 沿初始方向单位向量 P_s 以转弯半径 R 做逆时针绕第一圆心 O_s 运动的第一圆心 O_s 的坐标 (x_{os}, y_{os}) ;

[0022] 该步骤具体为:先将初始方向单位向量 P_s 逆时针旋转 90 度,然后与转弯半径 R 相乘,再将相乘结果与初始点 S 坐标相加即得第一圆心 O_s 的坐标。

[0023] 步骤 S3 :基于目标点 G 、目标方向单位向量 P_g 和转弯半径 R 计算得到机器人以转弯半径 R 沿顺时针方向绕第二圆心 O_g 运动以到达目标点 G 和目标方向单位向量 P_g 的第二圆心 O_g 的坐标 (x_{og}, y_{og}) ;

[0024] 该步骤具体为:先将目标方向单位向量 P_g 顺时针旋转 90 度,然后与转弯半径 R 相乘,再将相乘结果与目标点 G 坐标相加即得第二圆心 O_g 的坐标。

[0025] 步骤 S4 :基于第一圆心 O_s 和第二圆心 O_g 的坐标计算得到由第一圆心 O_s 指向第二圆心 O_g 的第一单位向量 $Q(q_x, q_y)$;

[0026] 该步骤具体为:用第二圆心 O_g 的坐标减去第一圆心 O_s 的坐标,再将相减结果除以

第一圆心 O_s 和第二圆心 O_g 两点间的长度值即得第一单位向量 Q 。

[0027] 步骤 S5: 基于第一圆心 O_s 、第二圆心 O_g 和转弯半径 R 计算得到第一单位向量 Q 与第二单位向量 W 之间的夹角 γ ;

[0028] 该步骤具体为: 用 2 乘以 R 除以第一圆心 O_s 和第二圆心 O_g 两点间的长度值, 再将计算结果进行反正弦即得夹角 γ 。

[0029] 步骤 S6: 基于所述第一圆心 O_s 、转弯半径 R 和第一单位向量 Q 计算得到机器人从绕第一圆心 O_s 逆时针运动转为沿第二单位向量 W 方向作直线运动的第一转换点 W_s 的坐标 (x_{ws}, y_{ws}) ;

[0030] 该步骤具体为: 先将第一单位向量 Q 顺时针旋转 $(90-\gamma)$ 度, 然后与转弯半径 R 相乘, 再将相乘结果与第一圆心 O_s 的坐标相加即得第一转换点 W_s 的坐标。

[0031] 步骤 S7: 基于所述第二圆心 O_g 、转弯半径 R 和第一单位向量 Q 计算得到机器人从沿第二单位向量 W 方向直线运动转为绕第二圆心 O_g 顺时针运动的第二转换点 W_g 的坐标 (x_{wg}, y_{wg}) ;

[0032] 该步骤具体为: 先将第一单位向量 Q 逆时针旋转 $(90+\gamma)$ 度, 然后与转弯半径 R 相乘, 再将相乘结果与第二圆心 O_g 坐标相加即得第二转换点 W_g 的坐标。

[0033] 步骤 S8: 计算得到由第一转换点 W_s 指向第二转换点 W_g 的第二单位向量 $W(w_x, w_y)$;

[0034] 该步骤具体为: 用第二转换点 W_g 的坐标减去第一转换点 W_s 的坐标, 再将相减结果除以第一转换点 W_s 和第二转换点 W_g 两点间的长度值即得到第二单位向量 W 。

[0035] 步骤 S9: 基于第一圆心 O_s 、初始点 S 、第一转换点 W_s 计算得到机器人从初始点 S 逆时针绕第一圆心 O_s 运动到第一转换点 W_s 转过的第一转角 α_s ;

[0036] 所述步骤 S9 进一步包括以下步骤:

[0037] 步骤 S91: 计算第一圆心 O_s 指向初始点 S 的第一向量 MS : 由初始点 S 的坐标减第一圆心 O_s 的坐标可得第一向量 MS ;

[0038] 步骤 S92: 计算第一圆心 O_s 指向第一转换点 W_s 的第二向量 NS : 由第一转换点 W_s 的坐标减第一圆心 O_s 的坐标可得第二向量 NS ;

[0039] 步骤 S93: 用反余弦求取第一向量 MS 和第二向量 NS 之间的夹角 α ;

[0040] 步骤 S94: 判断从初始点 S 逆时针绕第一圆心 O_s 到达第一转换点 W_s 转过的第一转角 α_s 是否大于 180 度, 如果 α_s 小于等于 180 度, 则令 α_s 等于 α , 否则令 α_s 等于 $2\pi - \alpha$;

[0041] 所述步骤 S94 具体为:

[0042] 当 $p_{ys} < 0$ 且 $y_{ws} \geq y_s - \frac{p_{xs}}{p_{ys}}(x_{ws} - x_s)$ 时, $\alpha_s = 2\pi - \alpha$; 当 $p_{ys} < 0$ 且

$y_{ws} < y_s - \frac{p_{xs}}{p_{ys}}(x_{ws} - x_s)$ 时, $\alpha_s = \alpha$;

[0043] 当 $p_{ys} > 0$ 且 $y_{ws} \leq y_s - \frac{p_{xs}}{p_{ys}}(x_{ws} - x_s)$ 时, $\alpha_s = 2\pi - \alpha$; 当 $p_{ys} > 0$ 且

$y_{ws} > y_s - \frac{p_{xs}}{p_{ys}}(x_{ws} - x_s)$ 时, $\alpha_s = \alpha$;

[0044] 当 $p_{ys} = 0$ 且 $x_{ws} \leq 0$ 时, $\alpha_s = 2\pi - \alpha$; 当 $p_{ys} = 0$ 且 $x_{ws} > 0$ 时, $\alpha_s = \alpha$ 。

[0045] 步骤 S10: 基于第二圆心 O_g 、目标点 G 、第二转换点 W_g 计算得到机器人从第二转换点 W_g 沿顺时针绕第二圆心 O_g 运动到目标点 G 转过的第二转角 β_g ;

[0046] 所述步骤 S10 进一步包括以下步骤：

[0047] 步骤 S101：计算第二圆心 O_g 指向目标点 G 的第三向量 MG ：由目标点 G 的坐标减第二圆心 O_g 的坐标即可得到第三向量 MG ；

[0048] 步骤 S102：计算第二圆心 O_g 指向第二转换点 W_g 的第四向量 NG ：由第二转换点 W_g 的坐标减第二圆心 O_g 的坐标即可得到第四向量 NG ；

[0049] 步骤 S103：用反余弦求取第三向量 MG 和第四向量 NG 之间的夹角 β ；

[0050] 步骤 S104：判断从第二转换点 W_g 顺时针绕第二圆心 O_g 运动到目标点 G 转过的角度 β_g 是否大于 180 度，如果 β_g 小于等于 180 度，则令 β_g 等于 β ，否则令 β_g 等于 $2\pi - \beta$ 。

[0051] 所述步骤 S104 具体为：

[0052] 当 $p_{yg} < 0$ 且 $y_{wg} \geq y_g - \frac{p_{xg}}{p_{yg}}(x_{wg} - x_g)$ 时， $\beta_g = \beta$ ；当 $p_{yg} < 0$ 且

$y_{wg} < y_g - \frac{p_{xg}}{p_{yg}}(x_{wg} - x_g)$ 时， $\beta_g = 2\pi - \beta$ ；

[0053] 当 $p_{yg} > 0$ 且 $y_{wg} \leq y_g - \frac{p_{xg}}{p_{yg}}(x_{wg} - x_g)$ 时， $\beta_g = \beta$ ；当 $p_{yg} > 0$ 且

$y_{wg} > y_g - \frac{p_{xg}}{p_{yg}}(x_{wg} - x_g)$ 时， $\beta_g = 2\pi - \beta$ ；

[0054] 当 $p_{yg} = 0$ 且 $x_{wg} \leq 0$ 时， $\beta_g = \beta$ ；当 $p_{yg} = 0$ 且 $x_{wg} > 0$ 时， $\beta_g = 2\pi - \beta$ 。

[0055] 步骤 S11：基于所述步骤 S2-S10 计算得到的运动路径参数，对于机器人的先逆时针后顺时针运动进行控制，其中，所述先逆时针后顺时针运动路径参数包括：第一圆心 O_s 坐标 (x_{os}, y_{os}) ，第一转换点 W_s 坐标 (x_{ws}, y_{ws}) ，从初始点 S 逆时针绕第一圆心 O_s 运动到第一转换点 W_s 转过的第一转角 α_s ，第二单位向量 $W(w_x, w_y)$ ，第二圆心 O_g 坐标 (x_{og}, y_{og}) ，第二转换点 W_g 坐标 (x_{wg}, y_{wg}) ，从第二转换点 W_g 沿顺时针绕第二圆心 O_g 运动到目标点 G 转过的第二转角 β_g 。所述机器人先逆时针后顺时针的运动路径具体为：由初始点 S 以转弯半径 R 绕第一圆心 O_s 逆时针运动转过第一转角 α_s 到达第一转换点 W_s ，由第一转换点 W_s 沿第二单位向量 W 方向直线运动到第二转换点 W_g ，由第二转换点 W_g 以转弯半径 R 绕第二圆心 O_g 顺时针运动转过第二转角 β_g 即到达目标点 G 。

[0056] 以上所述的具体实施例，对本发明的目的、技术方案和有益效果进行了进一步详细说明，所应理解的是，以上所述仅为本发明的具体实施例而已，并不用于限制本发明，凡在本发明的精神和原则之内，所做的任何修改、等同替换、改进等，均应包含在本发明的保护范围之内。

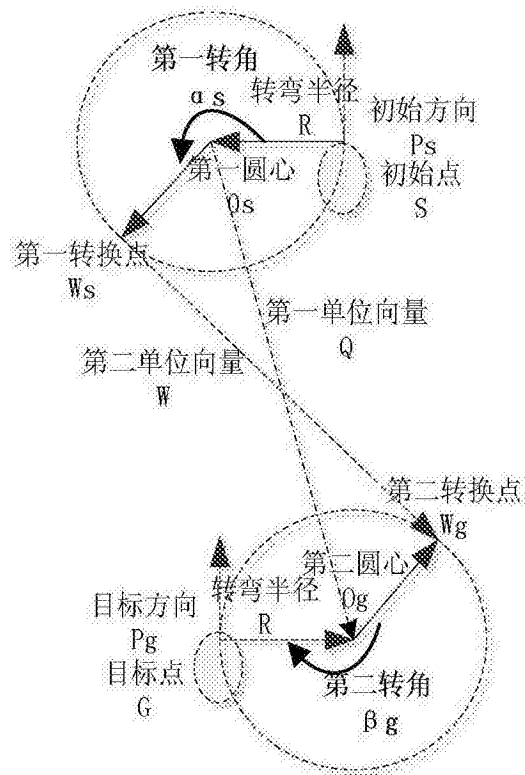


图 1