



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 110967040 A

(43)申请公布日 2020.04.07

(21)申请号 201911301108.3

(22)申请日 2019.12.17

(71)申请人 北京经纬恒润科技有限公司
地址 100101 北京市朝阳区安翔北里11号B座8层

(72)发明人 颜学术 李继扬

(74)专利代理机构 北京集佳知识产权代理有限公司 11227
代理人 古利兰

(51) Int. Cl.
G01C 25/00(2006.01)
G01S 7/40(2006.01)

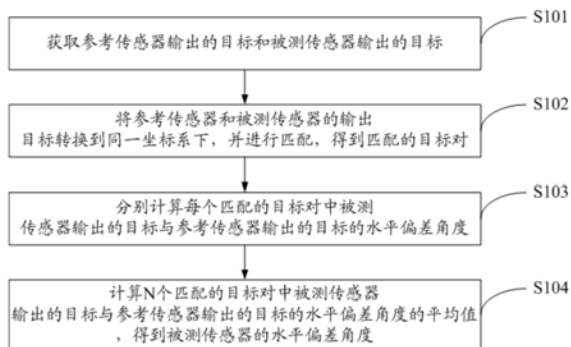
权利要求书2页 说明书11页 附图5页

(54)发明名称

一种传感器水平偏差角度的识别方法及系统

(57)摘要

本发明公开了一种传感器水平偏差角度的识别方法及系统,方法包括:获取参考传感器输出的目标和被测传感器输出的目标,将参考传感器和被测传感器输出的目标转换到同一坐标系下,并进行匹配,得到匹配的目标对;分别计算每个匹配的目标对被测传感器输出的目标与参考传感器输出的目标的水平偏差角度,计算N个匹配的目标对被测传感器输出的目标与参考传感器输出的目标的水平偏差角度的平均值,得到被测传感器的水平偏差角度。本发明无需被测传感器自身具备水平偏差角度的识别功能,对道路环境特征没有要求,通过对比参考传感器和被测传感器探测到的目标信息,即可得到被测传感器的水平偏差角度。



1. 一种传感器水平偏差角度的识别方法,其特征在于,应用于车辆,所述车辆上安装有参考传感器和被测传感器,其中,所述参考传感器为经正确安装、标定以及校准的传感器;所述方法包括:

获取所述参考传感器输出的目标和所述被测传感器输出的目标;

将所述参考传感器和所述被测传感器输出的目标转换到同一坐标系下,并进行匹配,得到匹配的目标对;

分别计算每个匹配的目标对被测传感器输出的目标与参考传感器输出的目标的水平偏差角度;

计算N个匹配的目标对被测传感器输出的目标与参考传感器输出的目标的水平偏差角度的平均值,得到所述被测传感器的水平偏差角度;N为大于等于1的整数。

2. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述获取所述参考传感器输出的目标和所述被测传感器输出的目标,包括:

获取所述车辆车速大于第一预设阈值时,所述参考传感器输出的目标和所述被测传感器输出的目标。

3. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述获取所述参考传感器输出的目标和所述被测传感器输出的目标,包括:

获取所述车辆横摆角速度的绝对值小于第二预设阈值时,所述参考传感器输出的目标和所述被测传感器输出的目标。

4. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述获取所述参考传感器输出的目标和所述被测传感器输出的目标,包括:

获取所述车辆车速大于第一预设阈值,且所述车辆横摆角速度的绝对值小于第二预设阈值时,所述参考传感器输出的目标和所述被测传感器输出的目标。

5. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于,所述分别计算每个匹配的目标对被测传感器输出的目标与参考传感器输出的目标的水平偏差角度,包括:

通过公式 $\delta_k = \text{atan2}(y_{bj}, x_{bj}) - \text{atan2}(y_{ai}, x_{ai})$ 分别计算每个匹配的目标对被测传感器输出的目标与参考传感器输出的目标的水平偏差角度,其中,匹配的目标对中参考传感器输出的目标 a_i 和被测传感器输出的目标 b_j 在车辆坐标系下的坐标分别为 (x_{ai}, y_{ai}) 和 (x_{bj}, y_{bj}) , δ_k 为目标 a_i 和目标 b_j 的水平偏差角度。

6. 一种传感器水平偏差角度的识别系统,其特征在于,应用于车辆,所述车辆上安装有参考传感器和被测传感器,其中,所述参考传感器为经正确安装、标定以及校准的传感器;所述系统包括:

获取模块,用于获取所述参考传感器输出的目标和所述被测传感器输出的目标;

匹配模块,用于将所述参考传感器和所述被测传感器输出的目标转换到同一坐标系下,并进行匹配,得到匹配的目标对;

第一计算模块,用于分别计算每个匹配的目标对被测传感器输出的目标与参考传感器输出的目标的水平偏差角度;

第二计算模块,用于计算N个匹配的目标对被测传感器输出的目标与参考传感器输出的目标的水平偏差角度的平均值,得到所述被测传感器的水平偏差角度;N为大于等于1的整数。

7. 根据权利要求6所述的系统,其特征在于,所述获取模块在执行获取所述参考传感器输出的目标和所述被测传感器输出的目标时,具体用于:

获取所述车辆车速大于第一预设阈值时,所述参考传感器输出的目标和所述被测传感器输出的目标。

8. 根据权利要求6所述的系统,其特征在于,所述获取模块在执行获取所述参考传感器输出的目标和所述被测传感器输出的目标时,具体用于:

获取所述车辆横摆角速度的绝对值小于第二预设阈值时,所述参考传感器输出的目标和所述被测传感器输出的目标。

9. 根据权利要求6所述的系统,其特征在于,所述获取模块在执行获取所述参考传感器输出的目标和所述被测传感器输出的目标时,具体用于:

获取所述车辆车速大于第一预设阈值,且所述车辆横摆角速度的绝对值小于第二预设阈值时,所述参考传感器输出的目标和所述被测传感器输出的目标。

10. 根据权利要求6所述的系统,其特征在于,所述第一计算模块在执行分别计算每个匹配的目标对被测传感器输出的目标与参考传感器输出的目标的水平偏差角度时,具体用于:

通过公式 $\delta_k = \text{atan2}(y_{bj}, x_{bj}) - \text{atan2}(y_{ai}, x_{ai})$ 分别计算每个匹配的目标对被测传感器输出的目标与参考传感器输出的目标的水平偏差角度,其中,匹配的目标对中参考传感器输出的目标 a_i 和被测传感器输出的目标 b_j 在车辆坐标系下的坐标分别为 (x_{ai}, y_{ai}) 和 (x_{bj}, y_{bj}) , δ_k 为目标 a_i 和目标 b_j 的水平偏差角度。

一种传感器水平偏差角度的识别方法及系统

技术领域

[0001] 本发明涉及车辆技术领域,尤其涉及一种传感器水平偏差角度的识别方法及系统。

背景技术

[0002] 当前车辆智能驾驶或辅助驾驶系统中一般配备了摄像头或毫米波雷达等传感器,用于探测道路环境中的车辆、行人等目标。这些传感器的角度偏差也直接影响到智能驾驶或辅助驾驶功能的性能表现,严重的角度偏差甚至会影响相关功能的安全性,后果非常严重。因此,对传感器角度偏差的识别尤为重要。

[0003] 一般情况下,正确的安装及标定可以将传感器的角度偏差校准至较小范围内。但由于车辆的长时间使用,机械振动、支架老化甚至是碰撞等原因,可能会造成传感器严重的角度偏差。此时,即需要对传感器角度偏差进行准确的识别。目前,主要方法是通过单传感器自身的识别机制完成。例如,摄像头利用清晰的平直的车道线进行识别,毫米波雷达利用平直的规则的道路护栏进行识别等。这既要求传感器具备识别功能,会提高传感器的成本;同时识别过程对道路环境特征也有较高的要求,如清晰平直的车道线或平直规则的道路护栏等。

[0004] 因此,如何更加有效的对传感器的水平偏差角度进行识别,是一项亟待解决的问题。

发明内容

[0005] 有鉴于此,本发明提供了一种传感器水平偏差角度的识别方法及系统,无需被测传感器自身具备水平偏差角度的识别功能,且对识别过程中的道路环境特征没有要求,通过对比参考传感器和被测传感器探测到的目标信息,即可得到被测传感器的水平偏差角度。

[0006] 本发明提供了一种传感器水平偏差角度的识别方法,应用于车辆,所述车辆上安装有参考传感器和被测传感器,其中,所述参考传感器为经正确安装、标定以及校准的传感器;所述方法包括:

[0007] 获取所述参考传感器输出的目标和所述被测传感器输出的目标;

[0008] 将所述参考传感器和所述被测传感器输出的目标转换到同一坐标系下,并进行匹配,得到匹配的目标对;

[0009] 分别计算每个匹配的目标对被测传感器输出的目标与参考传感器输出的目标的水平偏差角度;

[0010] 计算N个匹配的目标对被测传感器输出的目标与参考传感器输出的目标的水平偏差角度的平均值,得到所述被测传感器的水平偏差角度;N为大于等于1的整数。

[0011] 优选地,所述获取所述参考传感器输出的目标和所述被测传感器输出的目标,包括:

[0012] 获取所述车辆车速大于第一预设阈值时,所述参考传感器输出的目标和所述被测传感器输出的目标。

[0013] 优选地,所述获取所述参考传感器输出的目标和所述被测传感器输出的目标,包括:

[0014] 获取所述车辆横摆角速度的绝对值小于第二预设阈值时,所述参考传感器输出的目标和所述被测传感器输出的目标。

[0015] 优选地,所述获取所述参考传感器输出的目标和所述被测传感器输出的目标,包括:

[0016] 获取所述车辆车速大于第一预设阈值,且车辆横摆角速度的绝对值小于第二预设阈值时,所述参考传感器输出的目标和所述被测传感器输出的目标。

[0017] 优选地,所述分别计算每个匹配的目标对中所述被测传感器输出的目标与参考传感器输出的目标的水平偏差角度,包括:

[0018] 通过公式 $\delta_k = \text{atan2}(y_{bj}, x_{bj}) - \text{atan2}(y_{ai}, x_{ai})$ 分别计算每个匹配的目标对中所述被测传感器输出的目标与参考传感器输出的目标的水平偏差角度,其中,匹配的目标对中参考传感器输出的目标 a_i 和被测传感器输出的目标 b_j 在车辆坐标系下的坐标分别为 (x_{ai}, y_{ai}) 和 (x_{bj}, y_{bj}) , δ_k 为目标 a_i 和目标 b_j 的水平偏差角度。

[0019] 一种传感器水平偏差角度的识别系统,应用于车辆,所述车辆上安装有参考传感器和被测传感器,其中,所述参考传感器为经正确安装、标定以及校准的传感器;所述系统包括:

[0020] 获取模块,用于获取所述参考传感器输出的目标和所述被测传感器输出的目标;

[0021] 匹配模块,用于将所述参考传感器和所述被测传感器输出的目标转换到同一坐标系下,并进行匹配,得到匹配的目标对;

[0022] 第一计算模块,用于分别计算每个匹配的目标对中所述被测传感器输出的目标与参考传感器输出的目标的水平偏差角度;

[0023] 第二计算模块,用于计算N个匹配的目标对中所述被测传感器输出的目标与参考传感器输出的目标的水平偏差角度的平均值,得到所述被测传感器的水平偏差角度,N为大于等于1的整数。

[0024] 优选地,所述获取模块在执行获取所述参考传感器输出的目标和所述被测传感器输出的目标时,具体用于:

[0025] 获取所述车辆车速大于第一预设阈值时,所述参考传感器输出的目标和所述被测传感器输出的目标。

[0026] 优选地,所述获取模块在执行获取所述参考传感器输出的目标和所述被测传感器输出的目标时,具体用于:

[0027] 获取所述车辆横摆角速度的绝对值小于第二预设阈值时,所述参考传感器输出的目标和所述被测传感器输出的目标。

[0028] 优选地,所述获取模块在执行获取所述参考传感器输出的目标和所述被测传感器输出的目标时,具体用于:

[0029] 获取所述车辆车速大于第一预设阈值,且车辆横摆角速度的绝对值小于第二预设阈值时,所述参考传感器输出的目标和所述被测传感器输出的目标。

[0030] 优选地,所述第一计算模块在执行分别计算每个匹配的目标对被测传感器输出的目标与参考传感器输出的目标的水平偏差角度时,具体用于:

[0031] 通过公式 $\delta_k = \text{atan2}(y_{bj}, x_{bj}) - \text{atan2}(y_{ai}, x_{ai})$ 分别计算每个匹配的目标对被测传感器输出的目标与参考传感器输出的目标的水平偏差角度,其中,匹配的目标对中参考传感器输出的目标 a_i 和被测传感器输出的目标 b_j 在车辆坐标系下的坐标分别为 (x_{ai}, y_{ai}) 和 (x_{bj}, y_{bj}) , δ_k 为目标 a_i 和目标 b_j 的水平偏差角度。

[0032] 综上所述,本发明公开了一种传感器水平偏差角度的识别方法,当需要识别被测传感器的水平偏差角度时,首先获取参考传感器输出的目标和被测传感器输出的目标,然后将参考传感器和被测传感器输出的目标转换到同一坐标系下,并进行匹配,得到匹配的目标对;分别计算每个匹配的目标对被测传感器输出的目标与参考传感器输出的目标的水平偏差角度,计算N个匹配的目标对被测传感器输出的目标与参考传感器输出的目标的水平偏差角度的平均值,得到被测传感器的水平偏差角度。本发明通过计算匹配的目标对中参考传感器和被测传感器探测到的目标的水平偏差角度,即可得到被测传感器的水平偏差角度,无需被测传感器自身具备水平偏差角度的识别功能,且对识别过程中的道路环境特征没有要求,更加有效的实现了传感器的水平偏差角度的识别。

附图说明

[0033] 为了更清楚地说明本发明实施例或现有技术中的技术方案,下面将对实施例或现有技术描述中所需要使用的附图作简单地介绍,显而易见地,下面描述中的附图仅仅是本发明的一些实施例,对于本领域普通技术人员来讲,在不付出创造性劳动的前提下,还可以根据这些附图获得其他的附图。

[0034] 图1为本发明公开的一种传感器水平偏差角度的识别方法实施例1的方法流程图;

[0035] 图2为本发明公开的一种传感器水平偏差角度的识别方法实施例2的方法流程图;

[0036] 图3为本发明公开的一种传感器水平偏差角度的识别方法实施例3的方法流程图;

[0037] 图4为本发明公开的一种传感器水平偏差角度的识别方法实施例4的方法流程图;

[0038] 图5为本发明公开一种传感器目标匹配示意图;

[0039] 图6为本发明公开的一种传感器水平偏差角度的识别系统实施例1的结构示意图;

[0040] 图7为本发明公开的一种传感器水平偏差角度的识别系统实施例2的结构示意图;

[0041] 图8为本发明公开的一种传感器水平偏差角度的识别系统实施例3的结构示意图;

[0042] 图9为本发明公开的一种传感器水平偏差角度的识别系统实施例4的结构示意图。

具体实施方式

[0043] 下面将结合本发明实施例中的附图,对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述,显然,所描述的实施例仅仅是本发明一部分实施例,而不是全部的实施例。基于本发明中的实施例,本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例,都属于本发明保护的范围。

[0044] 如图1所示,为本发明公开的一种传感器水平偏差角度的识别方法实施例1的方法流程图,所述方法应用于车辆,所述车辆上安装有参考传感器和被测传感器,其中,所述参考传感器为经正确安装、标定以及校准的传感器;例如,传感器A为经正确安装、标定及校准

的摄像头,传感器B为无角度偏差识别功能的毫米波雷达,其角度偏差未经校准。所述方法可以包括以下步骤:

[0045] S101、获取参考传感器输出的目标和被测传感器输出的目标;

[0046] 当需要对被测传感器B的水平偏差角度进行识别时,首先分别获取参考传感器A输出的目标和被测传感器B输出的目标,即,分别获取参考传感器A和被测传感器B检测范围中识别得到的物体,其中,识别得到的物体可以为静止或运动物体。获取到的目标包含的信息有目标的纵向位置、横向位置、纵向速度、横向速度等运动学信息。

[0047] S102、将参考传感器和被测传感器输出的目标转换到同一坐标系下,并进行匹配,得到匹配的目标对;

[0048] 再进行具体的校准之前,需要首先统一参考传感器A和被测传感器B的坐标系,即将参考传感器A和被测传感器B输出的目标的位置坐标转换到同一坐标系下。例如,可以将参考传感器A和被测传感器B的坐标都转换至车辆坐标系。设车辆坐标系定义为:车辆前保中心为坐标原点,车辆正前方为x轴正方向,车辆左侧为y轴正方向。设传感器(参考传感器A或被测传感器B)的坐标系的定义为:坐标系原点在车辆坐标系的位置为 (X_0, Y_0) ,传感器坐标系x轴正方向与车辆坐标系x轴夹角为 θ 。则在传感器坐标系中任一点的 (x_a, y_a) 转换至车辆坐标系,坐标如下:

$$[0049] \quad \begin{bmatrix} x \\ y \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \cos\theta & -\sin\theta \\ \sin\theta & \cos\theta \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_a \\ y_a \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} X_0 \\ Y_0 \end{bmatrix}。$$

[0050] 在将参考传感器A输出的目标和被测传感器B输出的目标转换到同一坐标系下后,进一步将被测传感器B输出的目标与参考传感器A输出的目标进行匹配,得到匹配的目标对。例如,如图5所示,Vehicle代表目标,Ego Vehicle代表所述安装有传感器A和B的车辆;参考传感器A输出的目标有 $\{a_1, a_2, \dots, a_m\}$,被测传感器B输出的目标有 $\{b_1, b_2, \dots, b_m\}$ 。其中, a_1 与 b_3 匹配, a_2 与 b_2 匹配,而 a_3 与 b_1 没有匹配,不能匹配的目标即舍弃。

[0051] 需要说明的是,在对目标进行匹配时,可以采用最近邻算法、全局最近邻算法、联合概率关联算法等。例如,分别计算目标 a_i 与被测传感器B输出的所有目标 $\{b_1, b_2, \dots, b_m\}$ 的距离,并确定出与目标 a_i 距离最小的目标(如,目标 b_j),然后进一步判断目标 a_i 与目标 b_j 的距离是否小于预设的距离阈值,当目标 a_i 与目标 b_j 的距离小于距离阈值时,则认为目标 a_i 和目标 b_j 匹配成功。需要说明的是,上述距离,可以是广义的距离,包括但不限于欧氏距离、马氏距离等等。

[0052] S103、分别计算每个匹配的目标对被测传感器输出的目标与参考传感器输出的目标的水平偏差角度;

[0053] 在获取到匹配的目标对后,分别对每个匹配的目标对被测传感器输出的目标与参考传感器输出的目标的水平偏差角度进行计算。

[0054] 具体的,可通过公式 $\delta_k = \text{atan2}(y_{bj}, x_{bj}) - \text{atan2}(y_{ai}, x_{ai})$ 分别计算每个匹配的目标对被测传感器输出的目标与参考传感器输出的目标的水平偏差角度,其中,匹配的目标对中参考传感器输出的目标 a_i 和被测传感器输出的目标 b_j 在车辆坐标系下的坐标分别为 (x_{ai}, y_{ai}) 和 (x_{bj}, y_{bj}) , δ_k 为目标 a_i 和目标 b_j 的水平偏差角度。

[0055] S104、计算N个匹配的目标对被测传感器输出的目标与参考传感器输出的目标的水平偏差角度的平均值,得到被测传感器的水平偏差角度;N为大于等于1的整数。

[0056] 在分别计算出每个匹配的目标对被测传感器输出的目标与参考传感器输出的目标的水平偏差角度后,统计N个目标对的水平偏差角度,然后求平均值,得到参考传感器A输出的目标和被测传感器B的水平偏差角度:

$$[0057] \quad \delta_B - \delta_A = \delta = \frac{1}{N} \sum_{k=1}^N \delta_k ;$$

[0058] 由于参考传感器A为经正确安装、标定以及校准的传感器,可认为其角度偏差很小,可以忽略。则被测传感器B的水平偏差角度即为:

$$[0059] \quad \delta_B = \delta。$$

[0060] 综上所述,在上述实施例,当需要识别被测传感器的水平偏差角度时,首先获取参考传感器输出的目标和被测传感器输出的目标,然后将参考传感器和被测传感器输出的目标转换到同一坐标系下,并进行匹配,得到匹配的目标对;分别计算每个匹配的目标对被测传感器输出的目标与参考传感器输出的目标的水平偏差角度,计算N个匹配的目标对被测传感器输出的目标与参考传感器输出的目标的水平偏差角度的平均值,得到被测传感器的水平偏差角度。通过计算匹配的目标对中参考传感器和被测传感器探测到的目标的水平偏差角度,即可得到被测传感器的水平偏差角度,无需被测传感器自身具备水平偏差角度的识别功能,且对识别过程中的道路环境特征没有要求,更加有效的实现了传感器的水平偏差角度的识别。

[0061] 如图2所示,为本发明公开的一种传感器水平偏差角度的识别方法实施例2的方法流程图,所述方法应用于车辆,所述车辆上安装有参考传感器和被测传感器,其中,所述参考传感器为经正确安装、标定以及校准的传感器;所述方法可以包括以下步骤:

[0062] S201、获取车辆车速大于第一预设阈值时,参考传感器输出的目标和被测传感器输出的目标;

[0063] 当需要对被测传感器B的水平偏差角度进行识别时,为进一步提高识别到的被测传感器B水平偏差角度的准确性,分别获取车辆车速大于第一预设阈值时,参考传感器A输出的目标和被测传感器B输出的目标。例如,去除车辆停车情况下参考传感器A和被测传感器B输出的目标,仅保留车辆正常行驶状态下参考传感器A和被测传感器B输出的目标,即仅获取在车速v大于第一预设阈值 v_{\min} 时,参考传感器A输出的目标和被测传感器B输出的目标。其中,第一预设阈值 v_{\min} 可以按需选取。例如,一般包括城市道路正常行驶,可选择30km/h,仅包括高速公路正常行驶,可选择60km/h。其中,获取到的目标包含的信息有目标的纵向位置、横向位置、纵向速度、横向速度等运动学信息。

[0064] S202、将参考传感器和被测传感器输出的目标转换到同一坐标系下,并进行匹配,得到匹配的目标对;

[0065] 然后,统一参考传感器A和被测传感器B的坐标系,即将参考传感器A和被测传感器B输出的目标转换到同一坐标系下。例如,可以将参考传感器A和被测传感器B的坐标系都转换至车辆坐标系。设车辆坐标系定义为:车辆前保中心为坐标原点,车辆正前方为x轴正方向,车辆左侧为y轴正方向。设传感器(参考传感器A或被测传感器B)的坐标系的定义为:坐标系原点在车辆坐标系的位置为 (X_0, Y_0) ,传感器坐标系x轴正方向与车辆坐标系x轴夹角为 θ 。则在传感器坐标系中的 (x_a, y_a) 转换至车辆坐标系,坐标如下:

$$[0066] \quad \begin{bmatrix} x \\ y \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \cos\theta & -\sin\theta \\ \sin\theta & \cos\theta \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x-a \\ y-a \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} X_0 \\ Y_0 \end{bmatrix}.$$

[0067] 车辆车速大于第一预设阈值 v_{\min} 时,参考传感器A输出的目标和被测传感器B输出的目标。

[0068] 在将参考传感器A输出的目标和被测传感器B输出的目标转换到同一坐标系下后,进一步将被测传感器B输出的目标与参考传感器A输出的目标进行匹配,得到匹配的目标对。例如,如图5所示,获取到的参考传感器A输出的目标有 $\{a_1, a_2, \dots, a_m\}$,被测传感器B输出的目标有 $\{b_1, b_2, \dots, b_m\}$ 。其中, a_1 与 b_3 匹配, a_2 与 b_2 匹配,而 a_3 与 b_1 没有匹配,不能匹配的目标即舍弃。

[0069] 需要说明的是,在对目标进行匹配时,可以采用最近邻算法、全局最近邻算法、联合概率关联算法等。例如,分别计算目标 a_i 与被测传感器输出的所有目标 $\{b_1, b_2, \dots, b_m\}$ 的距离,并确定出与目标 a_i 距离最小的目标(如,目标 b_j),然后进一步判断目标 a_i 与目标 b_j 的距离是否小于距离阈值,当目标 a_i 与目标 b_j 的距离小于距离阈值时,则认为目标 a_i 和目标 b_j 匹配成功。需要说明的是,上述距离,可以是广义的距离,包括但不限于欧氏距离、马氏距离等等。

[0070] S203、分别计算每个匹配的目标对被测传感器输出的目标与参考传感器输出的目标的水平偏差角度;

[0071] 在获取到匹配的目标对后,分别对每个匹配的目标对被测传感器输出的目标与参考传感器输出的目标的水平偏差角度进行计算。

[0072] 具体的,可通过公式 $\delta_k = \text{atan2}(y_{bj}, x_{bj}) - \text{atan2}(y_{ai}, x_{ai})$ 分别计算每个匹配的目标对被测传感器输出的目标与参考传感器输出的目标的水平偏差角度,其中,匹配的目标对中参考传感器输出的目标 a_i 和被测传感器输出的目标 b_j 在车辆坐标系下的坐标分别为 (x_{ai}, y_{ai}) 和 (x_{bj}, y_{bj}) ,通过公式 $\delta_k = \text{atan2}(y_{bj}, x_{bj}) - \text{atan2}(y_{ai}, x_{ai})$ 计算得到目标 a_i 和目标 b_j 的水平偏差角度。

[0073] S204、计算N个匹配的目标对被测传感器输出的目标与参考传感器输出的目标的水平偏差角度的平均值,得到被测传感器的水平偏差角度;N为大于等于1的整数。

[0074] 在分别计算出每个匹配的目标对被测传感器输出的目标与参考传感器输出的目标的水平偏差角度后,统计N个目标对的水平偏差角度,然后求平均值,得到参考传感器A输出的目标和被测传感器B的水平偏差角度:

$$[0075] \quad \delta_B - \delta_A = \delta = \frac{1}{N} \sum_{k=1}^N \delta_k;$$

[0076] 由于参考传感器A为经正确安装、标定以及校准的传感器,可认为其角度偏差很小,可以忽略。则被测传感器B的水平偏差角度即为:

$$[0077] \quad \delta_B = \delta.$$

[0078] 综上所述,本实施例在上述方法实施例1的基础上,仅获取车辆车速大于第一预设阈值时,参考传感器输出的目标和被测传感器输出的目标,进一步提高了传感器水平偏差角度的识别效率和准确率。

[0079] 如图3所示,为本发明公开的一种传感器水平偏差角度的识别方法实施例3的方法

流程图,所述方法应用于车辆,所述车辆上安装有参考传感器和被测传感器,其中,所述参考传感器为经正确安装、标定以及校准的传感器;所述方法可以包括以下步骤:

[0080] S301、获取车辆横摆角速度的绝对值小于第二预设阈值时,参考传感器输出的目标和被测传感器输出的目标;

[0081] 当需要对被测传感器B的水平偏差角度进行识别时,为避免车辆急转弯时传感器测量误差较大的影响,进一步提高识别到的被测传感器B水平偏差角度的准确性,分别获取车辆横摆角速度的绝对值小于第二预设阈值时,参考传感器A输出的目标和被测传感器B输出的目标。例如,仅在车辆横摆角速度的绝对值 $|\omega|$ 小于第二预设阈值 ω_{\max} 时工作。其中,第二预设阈值 ω_{\max} 可以按需选取。举例,一般车辆在单一车道直行的第二预设阈值可选择 0.01rad/s 。其中,获取到的目标包含的信息有目标的纵向位置、横向位置、纵向速度、横向速度等运动学信息。

[0082] S302、将参考传感器和被测传感器输出的目标转换到同一坐标系下,并进行匹配,得到匹配的目标对;

[0083] 然后,统一参考传感器A和被测传感器B的坐标系,即将参考传感器A和被测传感器B输出的目标转换到同一坐标系下。例如,可以将参考传感器A和被测传感器B的坐标系都转换至车辆坐标系。设车辆坐标系定义为:车辆前保中心为坐标原点,车辆正前方为x轴正方向,车辆左侧为y轴正方向。设传感器(参考传感器A或被测传感器B)的坐标系的定义为:坐标系原点在车辆坐标系的位置为 (X_0, Y_0) ,传感器坐标系x轴正方向与车辆坐标系x轴夹角为 θ 。则在传感器坐标系中的 (x_a, y_a) 转换至车辆坐标系,坐标如下:

$$[0084] \quad \begin{bmatrix} x \\ y \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \cos\theta & -\sin\theta \\ \sin\theta & \cos\theta \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_a \\ y_a \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} X_0 \\ Y_0 \end{bmatrix}。$$

[0085] 当车辆的横摆角速度的绝对值小于第二预设阈值 ω_{\max} 时进被测传感器B的水平偏差角度校准。其中,第二预设阈值 ω_{\max} 可以按需选取。举例,一般车辆在单一车道直行的第二预设阈值可选择 0.01rad/s 。其中,获取到的目标包含的信息有目标的纵向位置、横向位置、纵向速度、横向速度等运动学信息。

[0086] 在将参考传感器A输出的目标和被测传感器B输出的目标转换到同一坐标系下后,进一步将被测传感器B输出的目标与参考传感器A输出的目标进行匹配,得到匹配的目标对。例如,如图5所示,获取到的参考传感器A输出的目标有 $\{a_1, a_2, \dots, a_m\}$,被测传感器B输出的目标有 $\{b_1, b_2, \dots, b_m\}$ 。其中, a_1 与 b_3 匹配, a_2 与 b_2 匹配,而 a_3 与 b_1 没有匹配,不能匹配的目标即舍弃。

[0087] 需要说明的是,在对目标进行匹配时,可以采用最近邻算法、全局最近邻算法、联合概率关联算法等。例如,分别计算目标 a_i 与被测传感器输出的所有目标 $\{b_1, b_2, \dots, b_m\}$ 的距离,并确定出与目标 a_i 距离最小的目标(如,目标 b_j),然后进一步判断目标 a_i 与目标 b_j 的距离是否小于距离阈值,当目标 a_i 与目标 b_j 的距离小于距离阈值时,则认为目标 a_i 和目标 b_j 匹配成功。需要说明的是,上述距离,可以是广义的距离,包括但不限于欧氏距离、马氏距离等等。

[0088] S303、分别计算每个匹配的目标对被测传感器输出的目标与参考传感器输出的目标的水平偏差角度;

[0089] 在获取到匹配的目标对后,分别对每个匹配的目标对被测传感器输出的目标与参考传感器输出的目标的水平偏差角度进行计算。

[0090] 具体的,可通过公式 $\delta_k = \text{atan2}(y_{bj}, x_{bj}) - \text{atan2}(y_{ai}, x_{ai})$ 分别计算每个匹配的目标对被测传感器输出的目标与参考传感器输出的目标的水平偏差角度,其中,匹配的目标对中参考传感器输出的目标 a_i 和被测传感器输出的目标 b_j 在车辆坐标系下的坐标分别为 (x_{ai}, y_{ai}) 和 (x_{bj}, y_{bj}) ,通过公式 $\delta_k = \text{atan2}(y_{bj}, x_{bj}) - \text{atan2}(y_{ai}, x_{ai})$ 计算得到目标 a_i 和目标 b_j 的水平偏差角度。

[0091] S304、计算N个匹配的目标对被测传感器输出的目标与参考传感器输出的目标的水平偏差角度的平均值,得到被测传感器的水平偏差角度。

[0092] 在分别计算出每个匹配的目标对被测传感器输出的目标与参考传感器输出的目标的水平偏差角度后,统计N个目标对的水平偏差角度,然后求平均值,得到参考传感器A输出的目标和被测传感器B的水平偏差角度:

$$[0093] \quad \delta_B - \delta_A = \delta = \frac{1}{N} \sum_{k=1}^N \delta_k ;$$

[0094] 由于参考传感器A为经正确安装、标定以及校准的传感器,可认为其角度偏差很小,可以忽略。则被测传感器B的水平偏差角度即为:

$$[0095] \quad \delta_B = \delta。$$

[0096] 综上所述,本实施例在上述方法实施例1的基础上,仅获取车辆横摆角速度的绝对值小于第二预设阈值时,参考传感器输出的目标和被测传感器输出的目标,避免了车辆急转弯时传感器测量误差较大的影响,进一步提高了传感器水平偏差角度的识别效率和准确率。

[0097] 如图4所示,为本发明公开的一种传感器水平偏差角度的识别方法实施例4的方法流程图,所述方法应用于车辆,所述车辆上安装有参考传感器和被测传感器,其中,所述参考传感器为经正确安装、标定以及校准的传感器;所述方法可以包括以下步骤:

[0098] S401、获取车辆车速大于第一预设阈值且车辆横摆角速度的绝对值小于第二预设阈值时,参考传感器输出的目标和所述被测传感器输出的目标;

[0099] 当需要对被测传感器B的水平偏差角度进行识别时,为避免车辆急转弯时传感器测量误差较大的影响,以及进一步提高识别到的被测传感器B水平偏差角度的准确性,分别获取车辆车速大于第一预设阈值且车辆横摆角速度的绝对值小于第二预设阈值时,参考传感器A输出的目标和被测传感器B输出的目标。例如,仅获取在车速 v 大于第一预设阈值 v_{\min} 且车辆横摆角速度的绝对值 $|\omega|$ 小于第二预设阈值 ω_{\max} 时,参考传感器A输出的目标和被测传感器B输出的目标。其中,其中,第一预设阈值 v_{\min} 可以按需选取。例如,一般包括城市道路正常行驶,可选择30km/h,仅包括高速公路正常行驶,可选择60km/h。第二预设阈值 ω_{\max} 可以按需选取。举例,一般车辆在单一车道直行的第二预设阈值可选择0.01rad/s。其中,获取到的目标包含的信息有目标的纵向位置、横向位置、纵向速度、横向速度等运动学信息。

[0100] S402、将参考传感器和被测传感器输出的目标转换到同一坐标系下,并进行匹配,得到匹配的目标对;然后,统一参考传感器A和被测传感器B的坐标系,即将参考传感器A和被测传感器B输出的目标转换到同一坐标系下。例如,可以将参考传感器A和被测传感器B的

坐标系都转换至车辆坐标系。设车辆坐标系定义为：车辆前保中心为坐标原点，车辆正前方为x轴正方向，车辆左侧为y轴正方向。设传感器（参考传感器A或被测传感器B）的坐标系的定义为：坐标系原点在车辆坐标系的位置为 (X_0, Y_0) ，传感器坐标系x轴正方向与车辆坐标系x轴夹角为 θ 。则在传感器坐标系中的 (x_a, y_a) 转换至车辆坐标系，坐标如下：

$$[0101] \quad \begin{bmatrix} x \\ y \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \cos\theta & -\sin\theta \\ \sin\theta & \cos\theta \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x_a \\ y_a \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} X_0 \\ Y_0 \end{bmatrix}。$$

[0102] 第一预设阈值 v_{min} 可以按需选取。例如，一般包括城市道路正常行驶，可选择30km/h，仅包括高速公路正常行驶，可选择60km/h。第二预设阈值 ω_{max} 可以按需选取。举例，一般车辆在单一车道直行的第二预设阈值可选择0.01rad/s。其中，获取到的目标包含的信息有目标的纵向位置、横向位置、纵向速度、横向速度等运动学信息。

[0103] 在将参考传感器A输出的目标和被测传感器B输出的目标转换到同一坐标系下后，进一步将被测传感器B输出的目标与参考传感器A输出的目标进行匹配，得到匹配的目标对。例如，如图5所示，获取到的参考传感器A输出的目标有 $\{a_1, a_2, \dots, a_m\}$ ，被测传感器B输出的目标有 $\{b_1, b_2, \dots, b_m\}$ 。其中， a_1 与 b_3 匹配， a_2 与 b_2 匹配，而 a_3 与 b_1 没有匹配，不能匹配的目标即舍弃。

[0104] 需要说明的是，在对目标进行匹配时，可以采用最近邻算法、全局最近邻算法、联合概率关联算法等。例如，分别计算目标 a_i 与被测传感器输出的所有目标 $\{b_1, b_2, \dots, b_m\}$ 的距离，并确定出与目标 a_i 距离最小的目标（如，目标 b_j ），然后进一步判断目标 a_i 与目标 b_j 的距离是否小于距离阈值，当目标 a_i 与目标 b_j 的距离小于距离阈值时，则认为目标 a_i 和目标 b_j 匹配成功。需要说明的是，上述距离，可以是广义的距离，包括但不限于欧氏距离、马氏距离等等。

[0105] S403、分别计算每个匹配的目标对被测传感器输出的目标与参考传感器输出的目标的水平偏差角度；

[0106] 在获取到匹配的目标对后，分别对每个匹配的目标对被测传感器输出的目标与参考传感器输出的目标的水平偏差角度进行计算。

[0107] 具体的，可通过公式 $\delta_k = \text{atan2}(y_{bj}, x_{bj}) - \text{atan2}(y_{ai}, x_{ai})$ 分别计算每个匹配的目标对被测传感器输出的目标与参考传感器输出的目标的水平偏差角度，其中，匹配的目标对中参考传感器输出的目标 a_i 和被测传感器输出的目标 b_j 在车辆坐标系下的坐标分别为 (x_{ai}, y_{ai}) 和 (x_{bj}, y_{bj}) ，通过公式 $\delta_k = \text{atan2}(y_{bj}, x_{bj}) - \text{atan2}(y_{ai}, x_{ai})$ 计算得到目标 a_i 和目标 b_j 的水平偏差角度。

[0108] S404、计算N个匹配的目标对被测传感器输出的目标与参考传感器输出的目标的水平偏差角度的平均值，得到被测传感器的水平偏差角度。

[0109] 在分别计算出每个匹配的目标对被测传感器输出的目标与参考传感器输出的目标的水平偏差角度后，统计N个目标对的水平偏差角度，然后求平均值，得到参考传感器A输出的目标和被测传感器B的水平偏差角度：

$$[0110] \quad \delta_B - \delta_A = \delta = \frac{1}{N} \sum_{k=1}^N \delta_k ;$$

[0111] 由于参考传感器A为经正确安装、标定以及校准的传感器，可认为其角度偏差很

小,可以忽略。则被测传感器B的水平偏差角度即为:

[0112] $\delta_B = \delta$ 。

[0113] 综上所述,本实施例在上述方法实施例1的基础上,仅获取车辆车速大于第一预设阈值且车辆横摆角速度的绝对值小于第二预设阈值时,参考传感器输出的目标和被测传感器输出的目标,避免了车辆急转弯时传感器测量误差较大的影响,进一步提高了传感器水平偏差角度的识别效率和准确率。

[0114] 如图6所示,为本发明公开的一种传感器水平偏差角度的识别系统实施例1的结构示意图,所述系统应用于车辆,所述车辆上安装有参考传感器和被测传感器,其中,所述参考传感器为经正确安装、标定以及校准的传感器;所述系统可以包括:

[0115] 获取模块601,用于获取参考传感器输出的目标和被测传感器输出的目标;

[0116] 匹配模块602,用于将参考传感器和被测传感器输出的目标转换到同一坐标系下,并进行匹配,得到匹配的目标对;

[0117] 第一计算模块603,用于分别计算每个匹配的目标对被测传感器输出的目标与参考传感器输出的目标的水平偏差角度;

[0118] 第二计算模块604,用于计算N个匹配的目标对被测传感器输出的目标与参考传感器输出的目标的水平偏差角度的平均值,得到被测传感器的水平偏差角度。

[0119] 本实施例公开的传感器水平偏差角度的识别系统的工作原理与上述传感器水平偏差角度的识别方法实施例1公开的原理相同,在此不再赘述。

[0120] 如图7所示,为本发明公开的一种传感器水平偏差角度的识别系统实施例2的结构示意图,所述系统应用于车辆,所述车辆上安装有参考传感器和被测传感器,其中,所述参考传感器为经正确安装、标定以及校准的传感器;所述系统可以包括:

[0121] 获取模块701,用于获取车辆车速大于第一预设阈值时,参考传感器输出的目标和被测传感器输出的目标;

[0122] 匹配模块702,用于将参考传感器和被测传感器输出的目标转换到同一坐标系下,并进行匹配,得到匹配的目标对;

[0123] 第一计算模块703,用于分别计算每个匹配的目标对被测传感器输出的目标与参考传感器输出的目标的水平偏差角度;

[0124] 第二计算模块704,用于计算N个匹配的目标对被测传感器输出的目标与参考传感器输出的目标的水平偏差角度的平均值,得到被测传感器的水平偏差角度。

[0125] 本实施例公开的传感器水平偏差角度的识别系统的工作原理与上述传感器水平偏差角度的识别方法实施例2公开的原理相同,在此不再赘述。

[0126] 如图8所示,为本发明公开的一种传感器水平偏差角度的识别系统实施例3的结构示意图,所述系统应用于车辆,所述车辆上安装有参考传感器和被测传感器,其中,所述参考传感器为经正确安装、标定以及校准的传感器;所述系统可以包括:

[0127] 获取模块801,用于获取车辆横摆角速度的绝对值小于第二预设阈值时,参考传感器输出的目标和所述被测传感器输出的目标;

[0128] 匹配模块802,用于将参考传感器和被测传感器输出的目标转换到同一坐标系下,并进行匹配,得到匹配的目标对;

[0129] 第一计算模块803,用于分别计算每个匹配的目标对被测传感器输出的目标与

参考传感器输出的目标的水平偏差角度；

[0130] 第二计算模块804,用于计算N个匹配的目标对被测传感器输出的目标与参考传感器输出的目标的水平偏差角度的平均值,得到被测传感器的水平偏差角度。

[0131] 本实施例公开的传感器水平偏差角度的识别系统的工作原理与上述传感器水平偏差角度的识别方法实施例3公开的原理相同,在此不再赘述。

[0132] 如图9所示,为本发明公开的一种传感器水平偏差角度的识别系统实施例4的结构示意图,所述系统应用于车辆,所述车辆上安装有参考传感器和被测传感器,其中,所述参考传感器为经正确安装、标定以及校准的传感器;所述系统可以包括:

[0133] 获取模块901,用于获取车辆车速大于第一预设阈值且车辆横摆角速度的绝对值小于第二预设阈值时,参考传感器输出的目标和所述被测传感器输出的目标;

[0134] 匹配模块902,用于将参考传感器和被测传感器输出的目标转换到同一坐标系下,并进行匹配,得到匹配的目标对;

[0135] 第一计算模块903,用于分别计算每个匹配的目标对被测传感器输出的目标与参考传感器输出的目标的水平偏差角度;

[0136] 第二计算模块904,用于计算N个匹配的目标对被测传感器输出的目标与参考传感器输出的目标的水平偏差角度的平均值,得到被测传感器的水平偏差角度。

[0137] 本实施例公开的传感器水平偏差角度的识别系统的工作原理与上述传感器水平偏差角度的识别方法实施例4公开的原理相同,在此不再赘述。

[0138] 本说明书中各个实施例采用递进的方式描述,每个实施例重点说明的都是与其他实施例的不同之处,各个实施例之间相同相似部分互相参见即可。对于实施例公开的装置而言,由于其与实施例公开的方法相对应,所以描述的比较简单,相关之处参见方法部分说明即可。

[0139] 专业人员还可以进一步意识到,结合本文中所公开的实施例描述的各示例的单元及算法步骤,能够以电子硬件、计算机软件或者二者的结合来实现,为了清楚地说明硬件和软件的可互换性,在上述说明中已经按照功能一般性地描述了各示例的组成及步骤。这些功能究竟以硬件还是软件方式来执行,取决于技术方案的特定应用和设计约束条件。专业技术人员可以对每个特定的应用来使用不同方法来实现所描述的功能,但是这种实现不应认为超出本发明的范围。

[0140] 结合本文中所公开的实施例描述的方法或算法的步骤可以直接用硬件、处理器执行的软件模块,或者二者的结合来实施。软件模块可以置于随机存储器(RAM)、内存、只读存储器(ROM)、电可编程ROM、电可擦除可编程ROM、寄存器、硬盘、可移动磁盘、CD-ROM、或技术领域内所公知的任意其它形式的存储介质中。

[0141] 对所公开的实施例的上述说明,使本领域专业技术人员能够实现或使用本发明。对这些实施例的多种修改对本领域的专业技术人员来说将是显而易见的,本文中所定义的一般原理可以在不脱离本发明的精神或范围的情况下,在其它实施例中实现。因此,本发明将不会被限制于本文所示的这些实施例,而是要符合与本文所公开的原理和新颖特点相一致的最宽的范围。

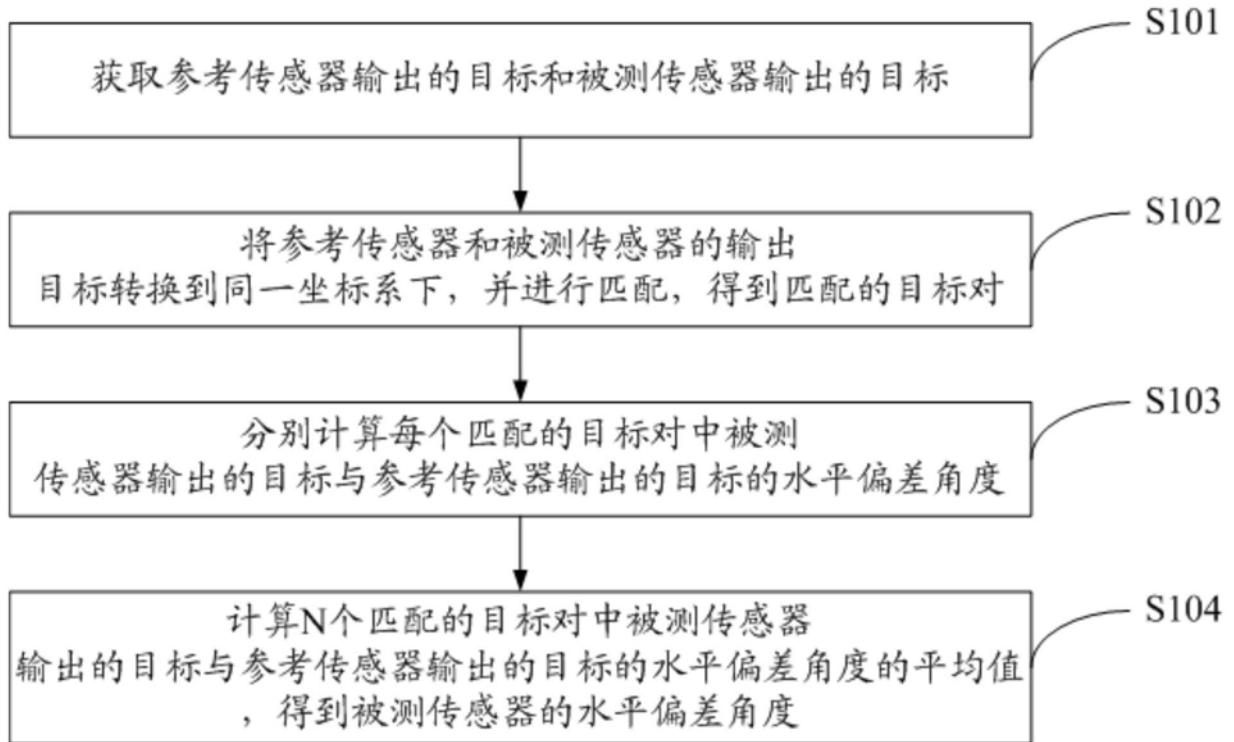


图1

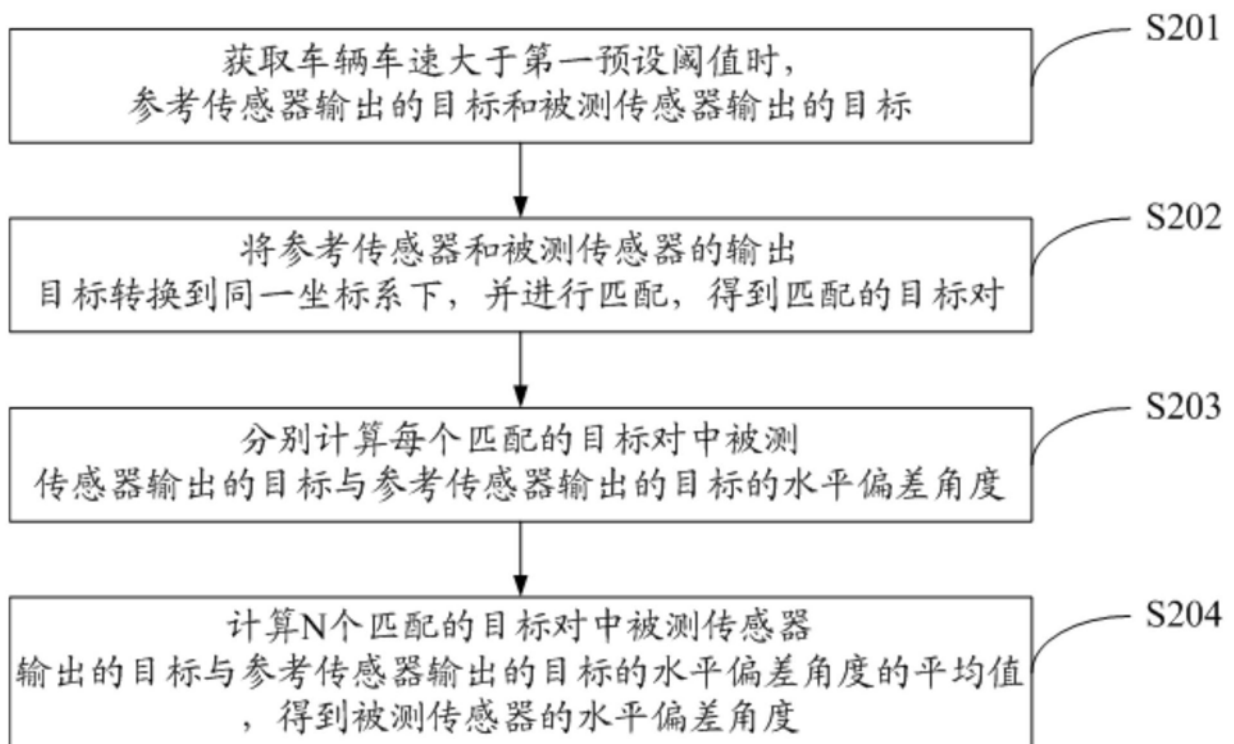


图2

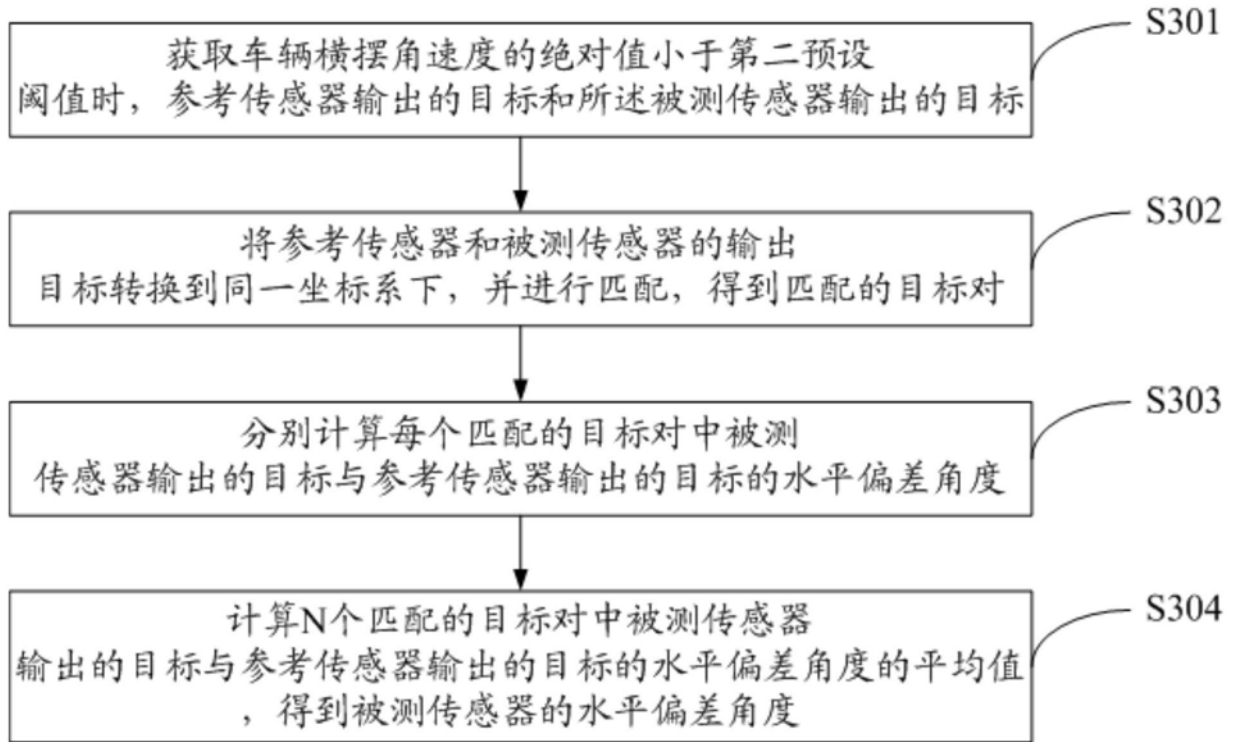


图3

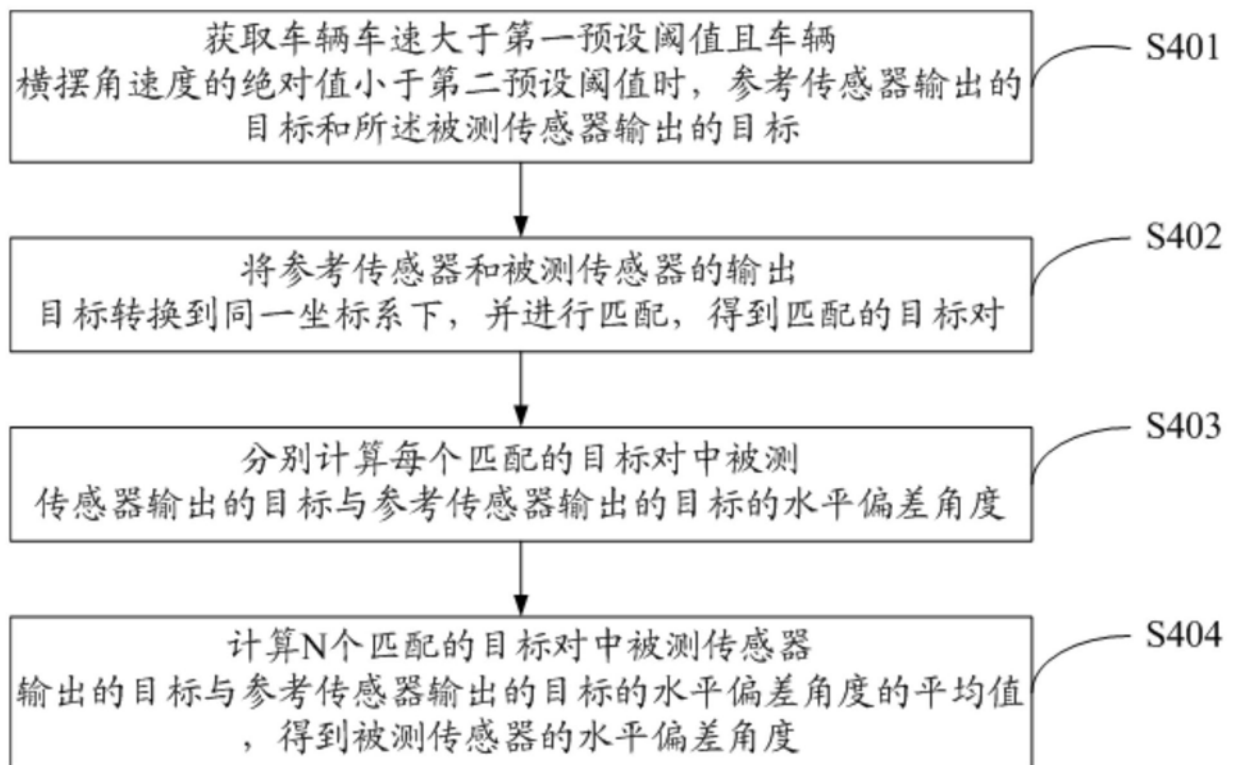


图4

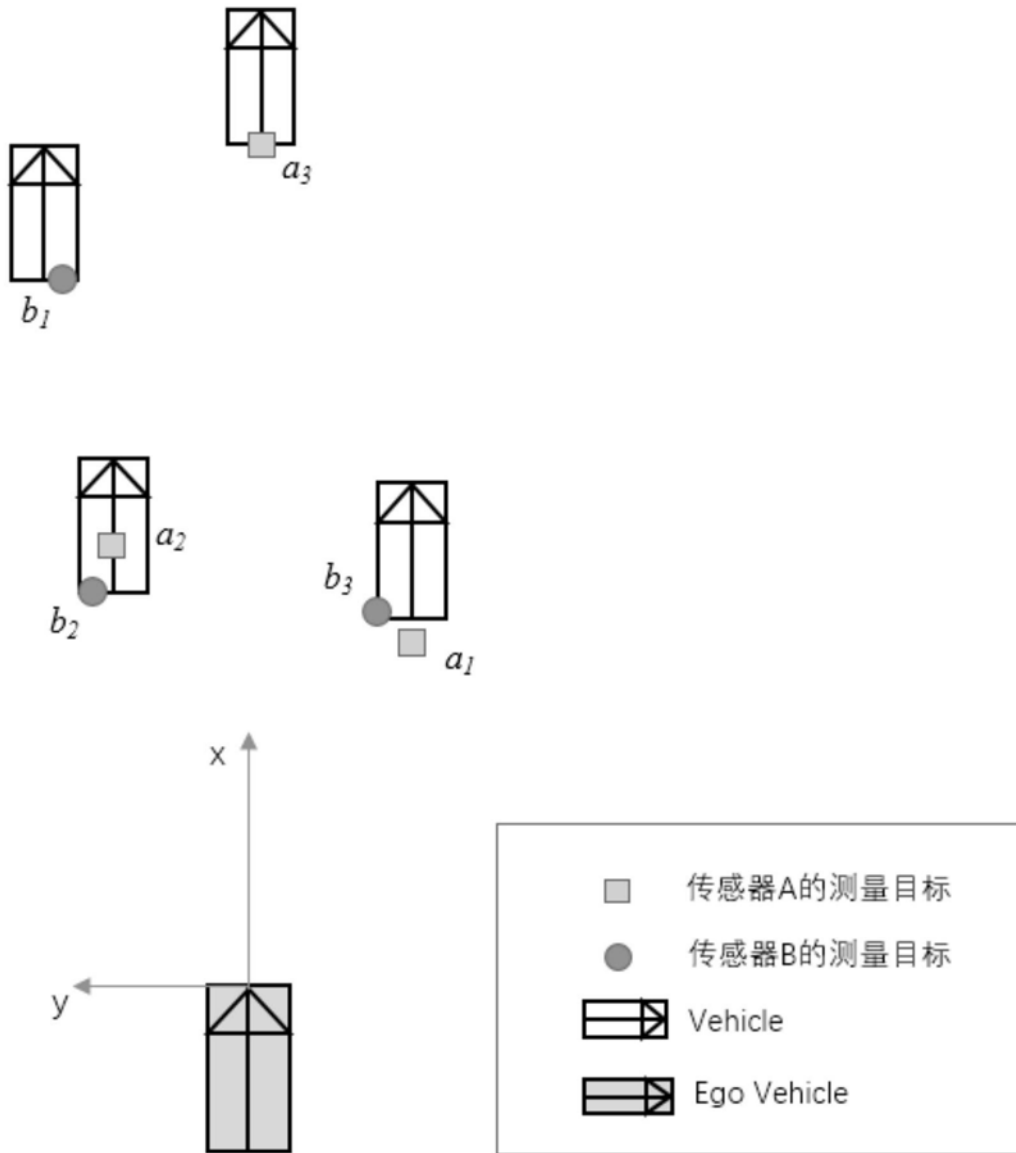


图5

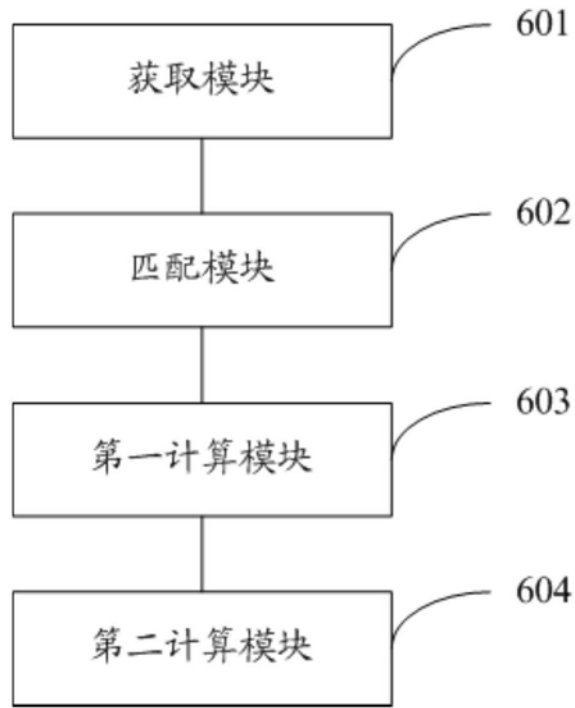


图6

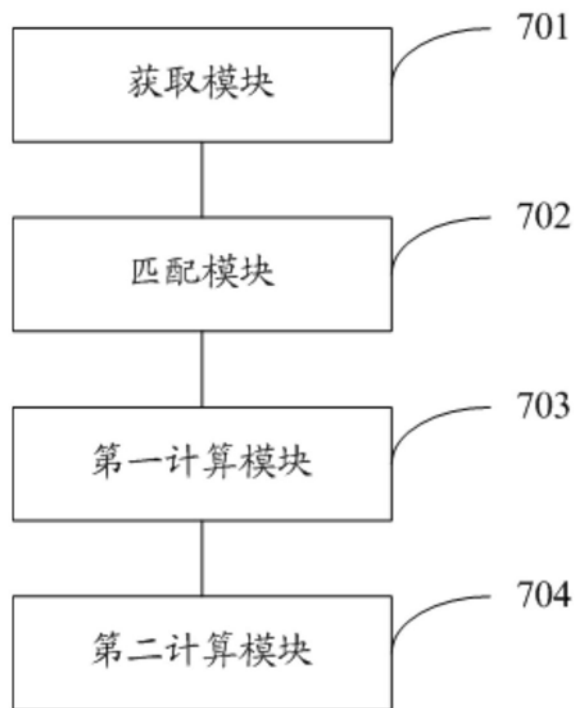


图7

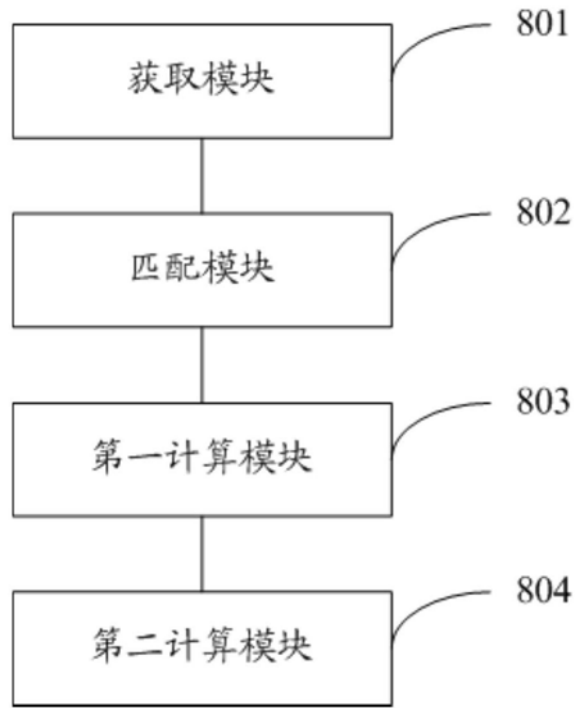


图8

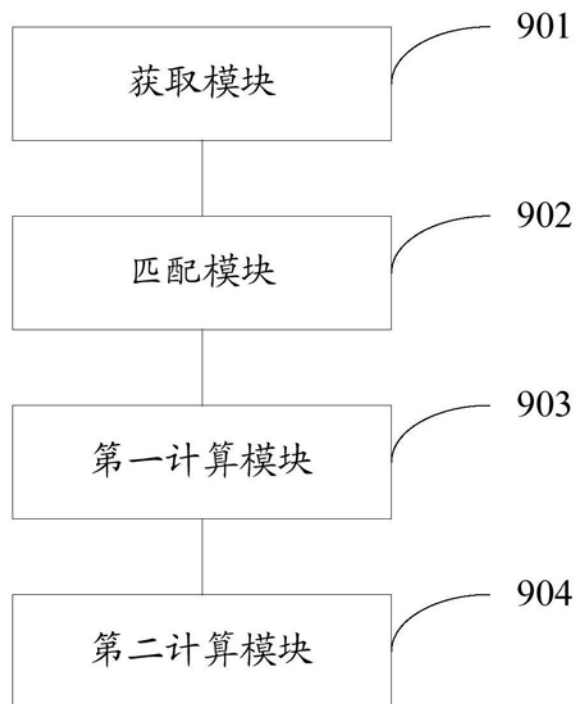


图9