



(12) 实用新型专利

(10) 授权公告号 CN 202120467 U

(45) 授权公告日 2012.01.18

(21) 申请号 201120201684.3

(22) 申请日 2011.06.15

(73) 专利权人 中国科学院沈阳自动化研究所
地址 110016 辽宁省沈阳市东陵区南塔街
114号

(72) 发明人 葛新 郭威 刘开周 许光君

(74) 专利代理机构 沈阳科苑专利商标代理有限
公司 21002

代理人 许宗富

(51) Int. Cl.

G09B 9/00(2006.01)

(ESM) 同样的发明创造已同日申请发明专利

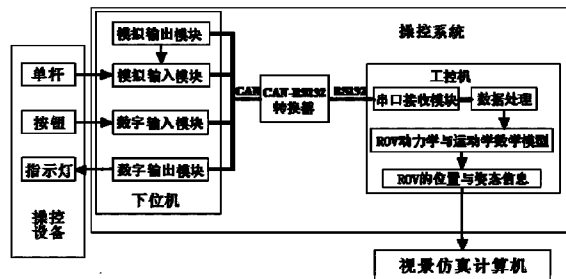
权利要求书 1 页 说明书 5 页 附图 4 页

(54) 实用新型名称

一种遥控水下机器人模拟训练器

(57) 摘要

本实用新型提出用于培训 ROV 操作人员的一种遥控水下机器人模拟训练器。一种遥控水下机器人模拟训练器,包括操控装置,用于操作人员控制虚拟水下机器人位置和姿态的设备;控制系统,基于水下机器人的运动学和动力学模型,根据操作人员对操控装置的操作,计算虚拟水下机器人的位置和姿态,并将虚拟水下机器人的位置和姿态信息传送给视景仿真计算机;视景仿真计算机,用于虚拟显示海洋环境,虚拟水下机器人位置和姿态的显示,以及虚拟显示水下机器人载体的运动轨迹。模拟 ROV 实际操作场景来培训操作人员,视景显示效果逼真,具有很强的沉浸感,培训时间短,效果好,且不会造成 ROV 的损坏和丢失。



1. 一种遥控水下机器人模拟训练器,其特征在于,包括
操控装置,用于操作人员控制虚拟水下机器人位置和姿态的设备;
控制系统,基于水下机器人的运动学和动力学模型,根据操作人员对操控装置的操作,计算虚拟水下机器人的位置和姿态,并将虚拟水下机器人的位置和姿态信息传送给视景仿真计算机;
视景仿真计算机,用于虚拟显示海洋环境,虚拟水下机器人位置和姿态的显示,以及虚拟显示水下机器人载体的运动轨迹。
2. 根据权利要求 1 所述的一种遥控水下机器人模拟训练器,其特征在于,所述操控装置包括单杆、按钮和指示灯。
3. 根据权利要求 2 所述的一种遥控水下机器人模拟训练器,其特征在于,所述单杆为一个三自由度单杆和一个两自由度单杆。
4. 根据权利要求 1 所述的一种遥控水下机器人模拟训练器,其特征在于,所述控制系统包括工控机和下位机模块,工控机和各个下位机模块之间通过 CAN 总线网络进行信息交互,采用主从式的应用层协议,工控机为主机,各个下位机模块为从机。
5. 根据权利要求 4 所述的一种遥控水下机器人模拟训练器,其特征在于,所述工控机通过 CAN/RS232 智能转换器将工控机间接挂接到 CAN 总线上。
6. 根据权利要求 4 所述的一种遥控水下机器人模拟训练器,其特征在于,所述的下位机模块包括模拟输出模块、模拟输入模块、数字输入模块和数字输出模块。
7. 根据权利要求 1 所述的一种遥控水下机器人模拟训练器,其特征在于,所述工控机和所述视景仿真计算机之间通过以太网建立以太网通信,采用 TCP/IP 协议实现信息的交互。
8. 根据权利要求 1 所述的一种遥控水下机器人模拟训练器,其特征在于,所述视景仿真计算机为三维视景显示。

一种遥控水下机器人模拟训练器

技术领域

[0001] 本实用新型涉及一种遥控水下机器人模拟训练器。

背景技术

[0002] 水下机器人 (ROV) 是当今人类探索海洋环境和开发海洋资源的有力工具之一。ROV 操作复杂,需要专门的操作人员进行操作。因此在将 ROV 交付客户时,需要对客户进行专门的实际操作培训。由于客户对 ROV 比较陌生,没有感性认识,因此培训时间长,培训效果也不理想。同时客户初次操作真实的 ROV,可能会出现操作不当的现象,这极易造成 ROV 损坏、系缆破损等一系列问题,甚至还可能丢失 ROV。这一系列问题的产生不但浪费了大量的人力物力,而且培训效果不佳,也给正在接受培训的操作人员带来了巨大的心理负担。

实用新型内容

[0003] 为了解决以上问题,本实用新型提出用于培训 ROV 操作人员的一种遥控水下机器人模拟训练器。

[0004] 本实用新型为实现上述目的所采用的技术方案是:一种遥控水下机器人模拟训练器,其特征在于,包括

[0005] 操控装置,用于操作人员控制虚拟水下机器人位置和姿态的设备;

[0006] 控制系统,基于水下机器人的运动学和动力学模型,根据操作人员对操控装置的操作,计算虚拟水下机器人的位置和姿态,并将虚拟水下机器人的位置和姿态信息传送给视景仿真计算机;

[0007] 视景仿真计算机,用于虚拟显示海洋环境,虚拟水下机器人位置和姿态的显示,以及虚拟显示水下机器人载体的运动轨迹。

[0008] 所述操控装置包括单杆、按钮和指示灯。

[0009] 所述单杆为一个三自由度单杆和一个两自由度单杆。

[0010] 所述控制系统包括工控机和下位机模块,工控机和各个下位机模块之间通过 CAN 总线网络进行信息交互,采用主从式的应用层协议,工控机为主机,各个下位机模块为从机。

[0011] 所述工控机通过 CAN/RS232 智能转换器将工控机间接挂接到 CAN 总线上。

[0012] 所述的下位机模块包括模拟输出模块、模拟输入模块、数字输入模块和数字输出模块。

[0013] 本实用新型具有以下优点:

[0014] 1. 模拟 ROV 实际操作场景来培训操作人员,视景显示效果逼真,具有很强的沉浸感,培训时间短,效果好,且不会造成 ROV 的损坏和丢失;

[0015] 2. 操控设备只需要两个单杆、几个按钮和指示灯,操作简单;

[0016] 3. 功能模块化,接口简单。本实用新型包括操控设备、控制系统、视景仿真计算机三个模块,各个模块都有各自的功能,并且接口简单,连接方便。;

[0017] 4. 模块功能独立化。本实用新型中的视景仿真计算机独立出来,不但可以用于辅助设计 ROV 控制系统,还可用于真实的 ROV 控制舱中,辅助 ROV 操作人员观察 ROV 的运动状态。

[0018] 5. 体积小,易于安装。

附图说明

[0019] 图 1 是本实用新型的总体结构框图;

[0020] 图 2 是本实用新型的系统信号流程图;

[0021] 图 3 是本实用新型的工控机控制流程图;

[0022] 图 4 是本实用新型的视景仿真计算机控制流程图。

具体实施方式

[0023] 下面结合附图及具体实施例对本实用新型做详细说明。

[0024] 如图 1,一种遥控水下机器人模拟训练器,包括

[0025] 操控装置,用于操作人员改变虚拟水下机器人的位置和姿态;

[0026] 控制系统,是本实用新型的核心,采用真实的设备搭建。基于水下机器人的运动学和动力学模型,根据操作人员对操控装置的操作,计算虚拟水下机器人的位置和姿态,并将虚拟水下机器人的位置和姿态信息传送给视景仿真计算机;

[0027] 视景仿真计算机,用于虚拟水下机器人的视景显示。

[0028] 所述操控装置包括单杆、按钮和指示灯。

[0029] 所述单杆为一个三自由度单杆和一个两自由度单杆。

[0030] 所述控制系统包括工控机和下位机模块,工控机和各个下位机模块之间通过 CAN 总线网络进行信息交互,采用主从式的应用层协议,工控机为主机,各个下位机模块为从机。

[0031] 所述的下位机模块包括模拟输出模块、模拟输入模块、数字输入模块和数字输出模块。

[0032] 所述工控机和所述视景仿真计算机之间通过以太网建立以太网通信,采用 TCP/IP 协议实现信息的交互。

[0033] 所述工控机通过 CAN/RS232 智能转换器将工控机间接挂接到 CAN 总线上。

[0034] 本实用新型的系统信号流程图如图 2 所示。当操作人员对操控设备中的单杆进行操作时,其相应的信号线会输出 -10 伏到 +10 伏的模拟电压。单杆的信号线与模拟输入模块相连,单杆信号线输出的模拟电压会输入到模拟输入模块。模拟输入模块将单杆输出的模拟电压由模拟量转化为数字量。模拟输入模块带有 CAN 总线控制器,可挂接到 CAN 总线网络上。模拟输入模块向挂接到 CAN 总线上的工控机发送单杆信号线输出的电压信息。工控机接收到数据并做一定的预处理后,结合 ROV 推进器的布置情况、电机数学模型和电机驱动器模型,将虚拟 ROV 四个自由度(位移和艏向角)的运动情况转化为各个推进器电机模拟控制电压,并将这个电压值通过 CAN 总线网络由模拟输出模块输出。由于本实用新型没有真实的电机驱动器和电机,而是用虚拟的电机驱动器模型和电机数学模型实现,所以各个推进器模拟控制电压经模拟输出模块输出后又要经过模拟输入模块采集到工控机中,

然后带入虚拟的电机驱动器模型和电机数学模型,最终计算出各个推力器的推力大小。所述电机数学模型为:

$$[0035] \quad n = \frac{U - I_a * R}{C_e * \phi}$$

[0036] 其中 U 为电机驱动器输出电压, n 为电机转速, C_e 、 ϕ 以及 R 都为常值, I_a 为电机回路电流。

[0037] 所述推进器数学模型为:

$$[0038] \quad T = K_T * \rho * n^2 * D^4$$

[0039] 其中 T 为推力器推力, K_T 为无因次推力系数, ρ 为水密度, n 为推进器转速, D 为推进器螺旋桨直径。

[0040] 当各个推力器推力的大小确定后,工控机就可以根据 ROV 的动力学模型和运动学模型确定虚拟 ROV 的位置和姿态,最终通过以太网将虚拟 ROV 的位置和姿态信息传送给视景仿真计算机。视景仿真计算机接收到工控机传送来的虚拟 ROV 的位置和姿态后,驱动视景仿真环境中的虚拟 ROV 三维模型运动。这样在水下机器人模拟训练器中单杆以及按钮等输入设备的控制下,视景仿真计算机中的虚拟 ROV 三维模型实现了位置的变化以及姿态的改变。

[0041] 本实用新型的工控机控制流程图如图 3 所示。该程序采用多线程编程技术,主要分为串口通信线程、ROV 动力学与运动学模型线程、主线程。

[0042] 由于工控机没有 CAN 控制器,无法直接挂接到 CAN 总线网络上,因此需要通过 CAN/RS232 智能转换器将工控机间接挂接到 CAN 总线上。CAN/RS232 智能转换器可以将 CAN 报文帧转换成 RS232 串行通信帧,也可以将 RS232 串通信帧转换成 CAN 报文帧。工控机只需要与 CAN/RS232 进行串口通信即可间接挂接到 CAN 总线网络上,进而与各下位机模块进行通信。串口通信线程负责工控机与 CAN/RS232 智能转换器之间通信,间接的将工控机接入 CAN 总线网络,接收模拟输入模块、数字输入模块的输入信息,最终获取单杆的模拟输出电压信息和按钮的开关情况,以及通过 CAN 总线网络向模拟输出模块输出模拟电压和向数字输出模块输出数字量信息。

[0043] 表 1 是 CAN 总线应用层协议的报文帧格式。报文帧格式定义了 CAN 报文的标识符以及数据部分的使用原则和功能含义,使网络中的 CAN 报文组成元素有了其特定的功能和含义。协议以 CAN2.0B 帧结构为基础,标识符采用扩展格式,其中源节点 MAC 和目标节点 MAC 用于区别相同模块类型的编号,以防止 CAN 总线冲突。

[0044] 表 1

[0045]	标识符	ID. 28-ID. 25	源节点类型
		ID. 24-ID. 16	源节点 MAC
		ID. 15-ID. 8	目标节点类型
		ID. 7-ID. 0	目标节点 MAC
帧数据	BYTE0	节点端口号	
	BYTE1	节点相应端口数据	
	BYTE2	0x0d (一帧结束标记)	

[0046] ROV 运动学与动力学模型线程主要用于将单杆的输入信息带入 ROV 动力学与运动学模型,计算出虚拟 ROV 的位置和姿态。

[0047] ROV 的运动学和动力学模型为 :

$$[0048] \quad M \dot{v} + C(v)v + D(v)v + g(\eta) = \tau$$

[0049] M 为包括附加质量的虚拟水下机器人惯性矩阵, $M \in R^{6 \times 6}$;

[0050] C(v) 为虚拟水下机器人科氏及向心力矩阵, $C(v) \in R^{6 \times 6}$;

[0051] D(v) 为虚拟水下机器人流体阻力矩阵, $D(v) \in R^{6 \times 6}$;

[0052] g(η) 为由重力和浮力产生的恢复力(力矩)向量, $g(\eta) \in R^{6 \times 1}$;

[0053] τ 为由推进器产生的力(力矩)向量, $\tau \in R^{6 \times 1}$ 。

[0054] ROV 低速情况下科氏及向心力以忽略略,并且只研究 ROV 三个自由度的位移以及艏向角,本实用新型采用的 ROV 的运动学和动力学模型可简化为 :

$$[0055] \quad 215 \dot{u} + (100 + 200 |u|)u = \tau_x$$

$$[0056] \quad 265 \dot{v} + (100 + 200 |v|)v = \tau_y$$

$$[0057] \quad 265 \dot{w} + (100 + 200 |w|)w = \tau_z$$

$$[0058] \quad 80 \dot{r} + (50 + 100 |r|)r = M_z$$

[0059] 主线程主要用于更新软件界面以及通过 TCP/IP 协议将虚拟 ROV 的位置和姿态信息传送给视景仿真计算机。

[0060] 本实用新型的视景仿真计算机控制流程图如图 4 所示。视景仿真计算机为三维视景显示,采用虚拟现实技术,在收到控制系统发送来的虚拟水下机器人的位置和姿态信息后,动态地显示出虚拟水下机器人三维模型的运动情况。该程序采用 Visual Studio 2003 和 Vega Prime 函数库实现,由一个主线程组成。该程序首先初始化视景仿真环境,设定环境中各种物体的位置和姿态,尤其是 ROV 的位置和姿态。然后读取由工控机通过以太网发送来的虚拟 ROV 三维模型的位置和姿态信息后,根据这些信息改变虚拟 ROV 的运动状态。该程序设置画面的帧速率为 50 帧 /s,并在画面的每一帧更新虚拟 ROV 的位置和姿态信息,这样在连续的画面显示中就可以直观的显示出虚拟 ROV 的运动状态。该程序还需要对虚拟 ROV 载体进行碰撞检测,所谓碰撞检测就是检测虚拟 ROV 三维模型与其他三维模型的距离。如果虚拟 ROV 三维模型在与其他模型距离为零(即相碰),就令虚拟 ROV 三维模型停止运

动,以防止虚拟 ROV 三维模型穿过其他三维模型的现象发生。该程序最后将虚拟 ROV 的一些状态信息通过以太网反馈给工控机,并在工控机的人机交互界面上将这些信息显示出来。

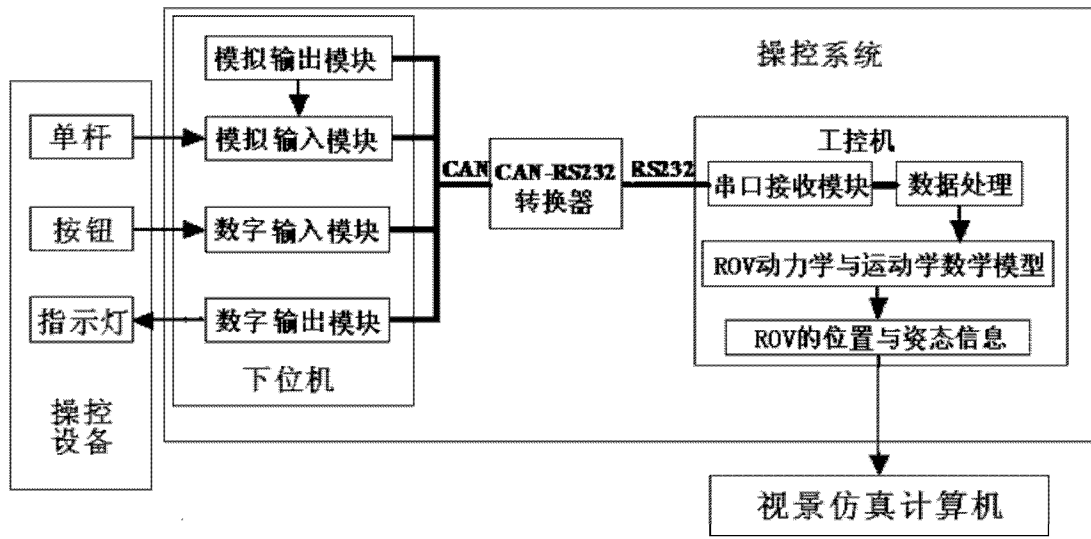


图 1

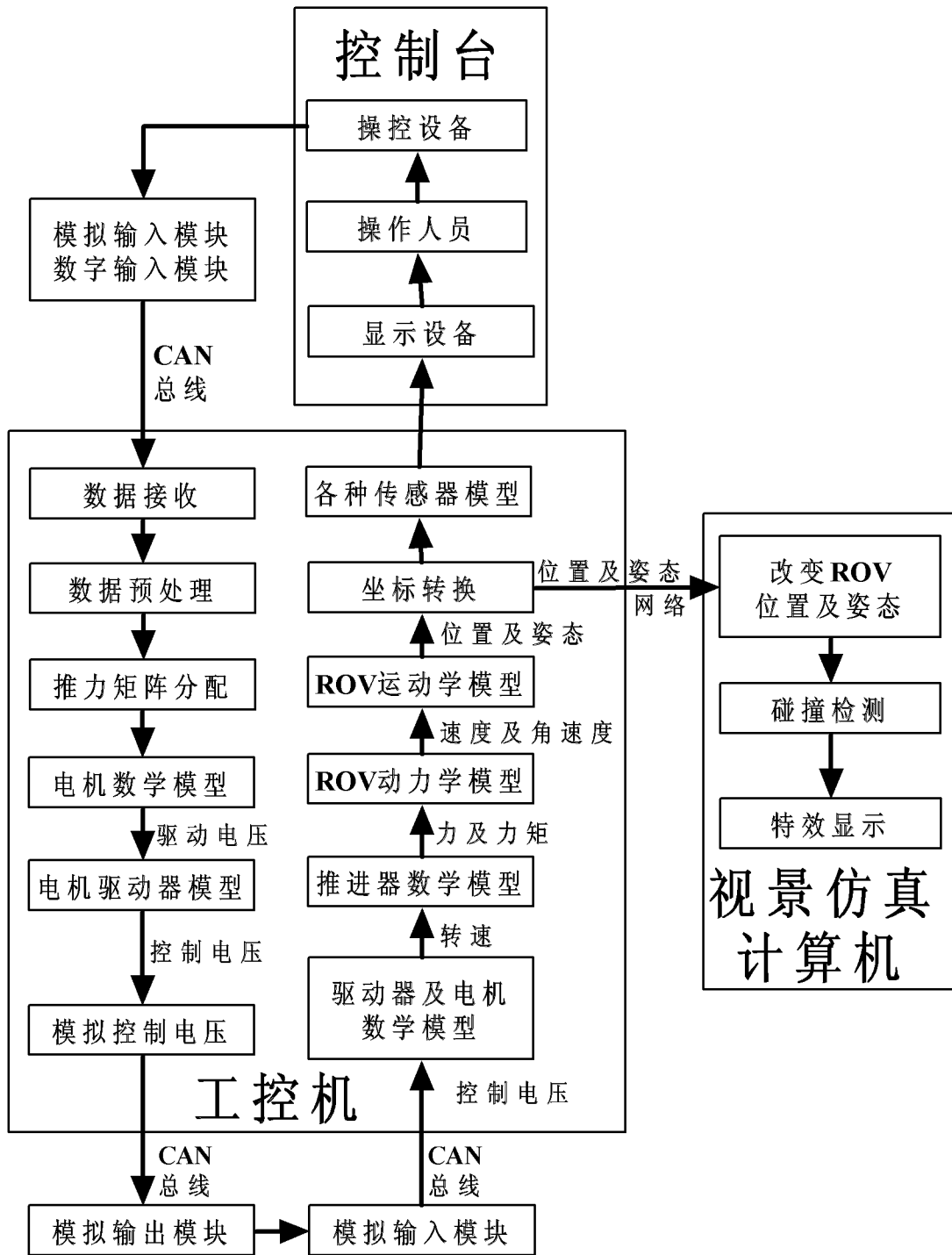


图 2

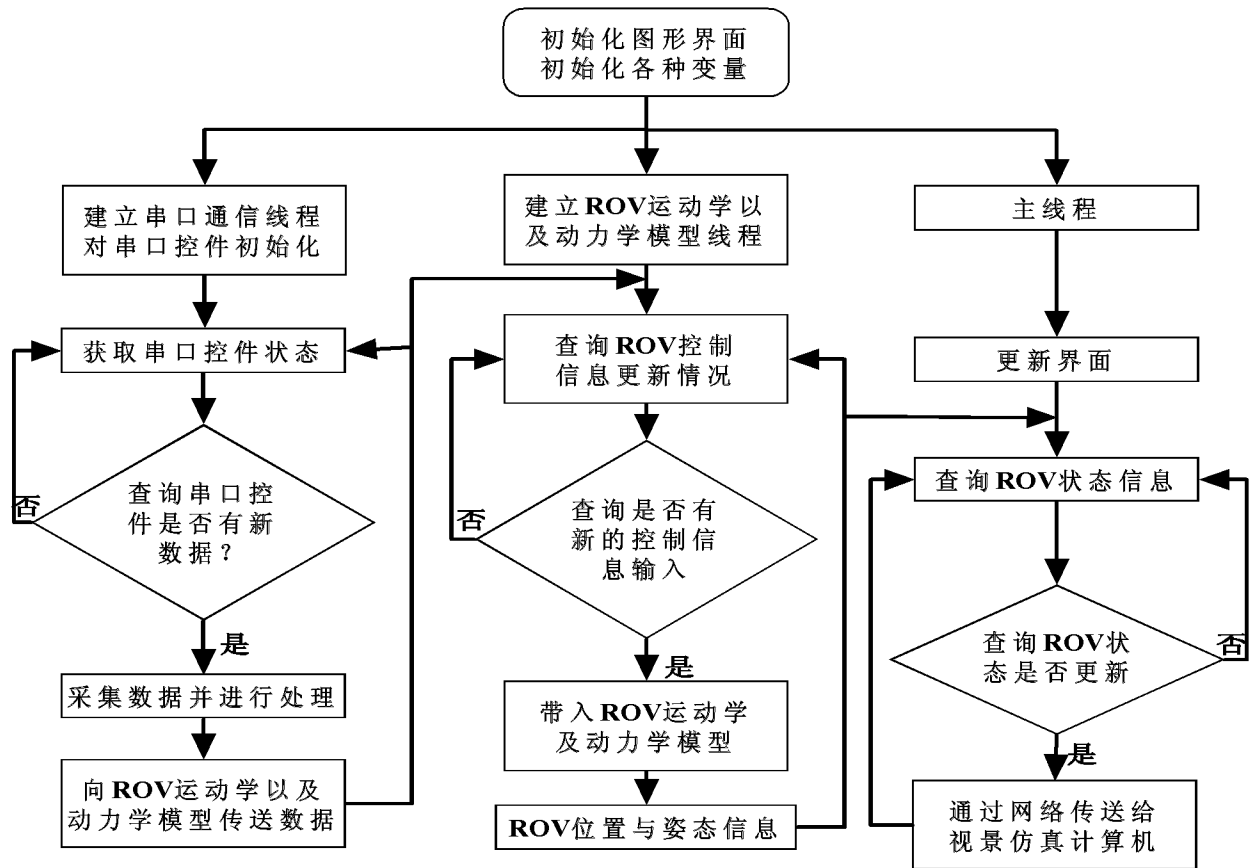


图 3

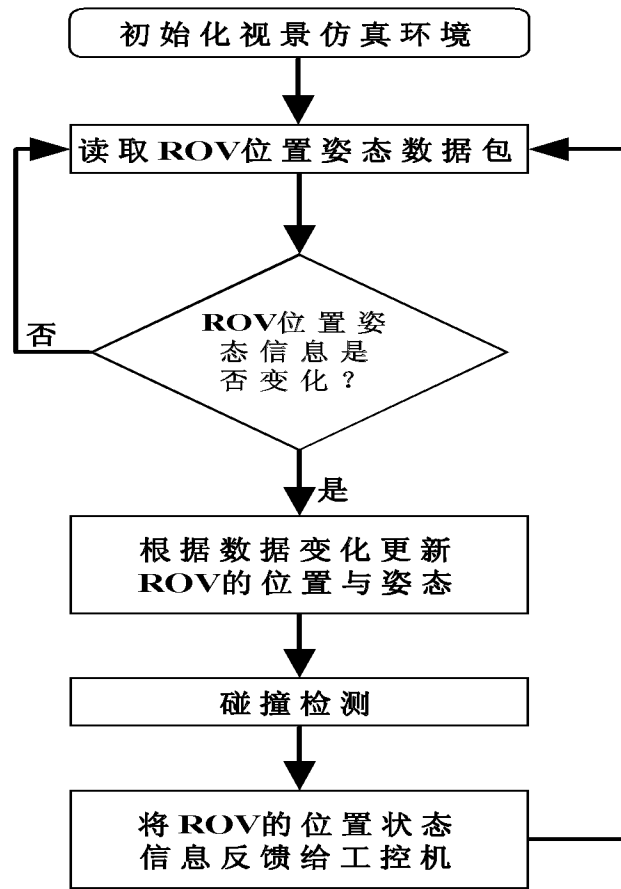


图 4