



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102566552 B

(45) 授权公告日 2014. 01. 22

(21) 申请号 201210024824. 3

(22) 申请日 2012. 02. 06

(73) 专利权人 重庆市鹏创道路材料有限公司
地址 400084 重庆市大渡口区春晖路街道文
体路 126 号 2 栋 8-11 号

(72) 发明人 李吉雄 李关寿 张立强 李川
孔令云 王志美 周进川 陈天泉

(51) Int. Cl.
G05B 19/418(2006. 01)

审查员 殷华宇

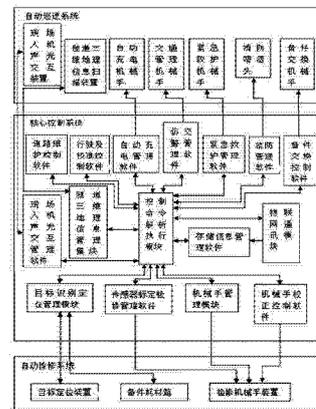
权利要求书2页 说明书6页 附图4页

(54) 发明名称

面向物联网和 3D GIS 的公路隧道智能检修机器人

(57) 摘要

本发明属于公路隧道检修技术领域,具体涉及一种面向物联网和 3D GIS 的公路隧道智能检修机器人,包括核心控制系统、自动巡逻系统、自动检修系统和机械手装置,所述的核心控制系统包括命令解析执行模块、存储信息管理软件、物联网通讯模块、隧道三维地理信息管理、自动巡逻控制模块和自动检修控制模块;所述自动巡逻系统包括隧道三维地理信息扫描装置、现场人机声光交互装置;所述的自动检修系统包括目标定位装置、备件耗材箱;所述自动巡逻系统和自动检修系统均由所述自动巡逻控制模块和自动检修控制模块控制。本发明可提高公路隧道的检修效率、降低安全风险,并且可实时智能监测与检修,节约了人力资源。



1. 一种面向物联网和 3D GIS 的公路隧道智能检修机器人,其特征在于:包括核心控制系统、自动巡逻系统、自动检修系统和机械手装置;所述的核心控制系统包括命令解析执行模块、存储信息管理软件、物联网通讯模块、隧道三维地理信息管理、自动巡逻控制模块和自动检修控制模块,所述命令解析执行模块通过输入输出接口与自动巡逻控制模块和自动检修控制模块进行控制信息的传递;所述自动巡逻系统包括隧道三维地理信息扫描装置、现场人机声光交互装置;所述的自动检修系统包括目标定位装置、备件耗材箱;所述自动巡逻系统和自动检修系统及机械手装置由所述自动巡逻控制模块和自动检修控制模块控制。

2. 根据权利要求 1 所述的面向物联网和 3D GIS 的公路隧道智能检修机器人,其特征在于:

所述的自动巡逻控制模块包括现场人机声光交互管理软件、行驶及校准控制软件、道路维护控制软件、自动充电管理软件、仿交警管理软件、紧急救护管理软件、消防管理软件、备件交换控制软件。

3. 根据权利要求 1 所述的面向物联网和 3D GIS 的公路隧道智能检修机器人,其特征在于:所述的自动检修控制模块包括目标识别定位管理、传感器标定检修管理软件、机械手管理和机械手校正控制软件。

4. 根据权利要求 1 所述的面向物联网和 3D GIS 的公路隧道智能检修机器人,其特征在于:所述的三维地理信息管理包括地理信息系统软件、空间数据库、分析应用模型、图形用户界面及监管中心网络。

5. 根据权利要求 3 所述的面向物联网和 3D GIS 的公路隧道智能检修机器人,其特征在于:所述的目标识别定位管理包括百米桩识别定位控制软件、电源插座识别定位控制软件、应急停车带识别定位控制软件、传感器识别定位控制软件、备件耗材箱配件识别定位控制软件及其他隧道零件识别定位控制软件;百米桩、电源插座、应急停车带、传感器及其他隧道零件通过 3D GIS 识别定位。

6. 根据权利要求 3 所述的面向物联网和 3D GIS 的公路隧道智能检修机器人,其特征在于:所述的机械手管理包括虚拟现实交互套件、自主学习控制软件、自主检修控制软件;虚拟现实交互套件包括数据手套和头盔。

7. 根据权利要求 1 所述的面向物联网和 3D GIS 的公路隧道智能检修机器人,其特征在于:所述的三维地理信息扫描装置包括多个安装于机器人表面的 360° 自由旋转的云台和安装于所述云台上的 3D 高清摄像头;所述目标定位装置包括多个安装于 360° 自由旋转的云台上的射频读卡器和 3D 高清摄像头。

8. 根据权利要求 1 所述的面向物联网和 3D GIS 的公路隧道智能检修机器人,其特征在于:所述的现场人机声光交互装置包括有音频传感器、光敏传感器、信号处理器、信号转换器及声光信号收发器。

9. 根据权利要求 1 所述的面向物联网和 3D GIS 的公路隧道智能检修机器人,其特征在于:所述的备件耗材箱包括多个具有自动枪弹匣结构的箱体;备件耗材箱配件的识别定位采用射频识别技术。

10. 根据权利要求 1 所述的面向物联网和 3D GIS 的公路隧道智能检修机器人,其特征

在于：所述的机械手装置包括自动充电机械手、交通管理机械手、道路维护机械手、紧急救护机械手、消防喷洒头、备件交换机械手、传感器标定机械手、传感器更换机械手、清洁工作机械手、配件更换机械手和其他零件维修机械手。

面向物联网和 3D GIS 的公路隧道智能检修机器人

技术领域

[0001] 本发明属于公路隧道检修技术领域,具体涉及一种面向物联网和 3D GIS 的公路隧道智能检修机器人。

背景技术

[0002] 信息技术的发展催生了物联网技术和地理信息系统技术,物联网可以理解为“通过射频识别(RFID)、红外传感、定位系统、激光扫描等信息传感设备,按照约定的协议,把物品或设备与互联网连接起来进行信息通信,以实现智能化识别、跟踪、定位、监控和管理的网络系统”。地理信息系统是一种特定的十分重要的空间信息系统。它是在计算机硬、软件系统支持下,对整个或部分地球表层(包括大气层)空间中的有关地理分布数据进行采集、储存、管理、运算、分析、显示和描述的技术系统,地理信息系统技术已经被大量应用于资源管理、环境监测、城市规划、土地管理及水利、林业等领域。

[0003] 目前,面向物联网的智能机器人已经在很多领域得到了广泛的应用,智能机器人通过接口与物联网系统进行数据通信,以完成各种指定的操作,给人们的生活和生产带来了极大的便利。但在公路隧道的检修方面,常规的做法是检修车运行到指定的检修地点,由检修人员在作业平台上对需要检修的设备或零件进行检修作业,此种常规的检修方法既降低了检修效率、浪费了人力资源、增大了安全风险,又不能实现对公路隧道的实时监测与检修。因此,急需一种利用上述技术实现公路隧道智能化检修的机器人,但目前,此种应用于公路隧道检修的智能机器人尚未见报道。

发明内容

[0004] 本发明是针对上述公路隧道检修中存在的效率低、安全风险大、不能实时智能监测与检修的缺陷,而提供的一种面向物联网和 3D GIS 的公路隧道智能检修机器人。

[0005] 为了解决上述技术问题,本发明采用如下技术方案:

[0006] 一种面向物联网和 3D GIS 的公路隧道智能检修机器人,包括核心控制系统、自动巡逻系统、自动检修系统和机械手装置,所述的核心控制系统包括命令解析执行模块、存储信息管理软件、物联网通讯模块、隧道三维地理信息管理、自动巡逻控制模块和自动检修控制模块,所述命令解析执行模块通过输入输出接口与自动巡逻控制模块和自动检修控制模块进行控制信息的传递;所述自动巡逻系统包括隧道三维地理信息扫描装置、现场人机声光交互装置;所述的自动检修系统包括目标定位装置、备件耗材箱;所述自动巡逻系统和自动检修系统及机械手装置由所述自动巡逻控制模块和自动检修控制模块控制。

[0007] 本发明的有益效果:本发明所述面向物联网和 3D GIS 的公路隧道智能检修机器人通过所述物联网通讯模块,可将物联网中公路隧道零部件的动态信息或物联网中的控制命令实时传递给本发明所述机器人,传递的动态信息可先存储到存储信息管理软件中,当需要时再调用这些信息,也可直接传递给命令解析执行模块对所述动态信息进行对比分析,进而调用相应的管理控制软件来完成特定的动作。

[0008] 本发明机器人通过隧道三维地理信息管理及三维地理信息扫面装置可实时扫面隧道内的三维地理信息,测量并记录扫描到的零部件的相应状态数据并存储到空间数据库中,为实时监测公路隧道内零部件的状态提供对比数据,并可监测出公路隧道内需要检修的零部件,实现智能监测的目的。

[0009] 由于所述自动巡逻系统和自动检修系统通过所述自动巡逻控制模块和自动检修控制模块控制,同时,在核心控制系统中控制软件的控制下,所述机械手装置可自主完成公路隧道内零部件的检修维护工作,达到智能巡逻和检修的目的。

[0010] 综上,本发明机器人可自主巡逻与检修工作,既节约了人力资源和劳动成本、提高检修效率、降低安全风险,又实现了公路隧道的实时智能监测与检修。

[0011] 进一步,所述的自动巡逻控制模块包括现场人机声光交互管理软件、行驶及校准控制软件、道路维护控制软件、自动充电管理软件、仿交警管理软件、紧急救护管理软件、消防管理软件、备件交换控制软件。

[0012] 进一步,所述的自动检修控制模块包括目标识别定位管理、传感器标定检修管理软件、机械手管理和机械手校正控制软件。

[0013] 进一步,所述的三维地理信息管理包括地理信息系统软件、空间数据库、分析应用模型、图形用户界面及监管中心网络。

[0014] 进一步,所述的目标识别定位管理包括百米桩识别定位控制软件、电源插座识别定位控制软件、应急停车带识别定位控制软件、传感器识别定位控制软件、备件耗材箱配件识别定位控制软件及其他隧道零件识别定位控制软件;所述的百米桩、电源插座、应急停车带、传感器及其他隧道零件通过三维地理信息技术识别定位。

[0015] 进一步,所述的机械手管理包括虚拟现实交互套件、自主学习控制软件、自主检修控制软件;虚拟现实交互套件包括数据手套和头盔。

[0016] 进一步,所述的三维地理信息扫描装置包括多个安装于机器人表面的 360° 自由旋转的云台和安装于所述云台上的 3D 高清摄像头;所述目标定位装置包括多个安装于 360° 自由旋转的云台上的射频读卡器和 3D 高清摄像头。

[0017] 进一步,所述的现场人机声光交互装置包括有音频传感器、光敏传感器、信号处理器、信号转换器及声光信号收发器。

[0018] 进一步,所述的备件耗材箱包括多个具有自动枪弹匣结构的箱体;备件耗材箱配件的识别定位采用射频识别技术。

[0019] 进一步,所述的机械手装置包括自动充电机械手、交通管理机械手、道路维护机械手、紧急救护机械手、消防喷洒头、备件交换机械手、传感器标定机械手、传感器更换机械手、清洁工作机械手、配件更换机械手和其他零件维修机械手。

附图说明

[0020] 图 1 是本实施例面向物联网和 3D GIS 的公路隧道智能检修机器人的结构模块图;

[0021] 图 2 是本发明实施例三维地理信息管理模块原理图;

[0022] 图 3 是图 1 实施例自动巡逻控制流程图;

[0023] 图 4 是图 1 实施例目标定位控制流程图。

具体实施方式

[0024] 下面结合附图和具体实施方式对本发明作进一步详细的说明：

[0025] 如图 1 所示,本实施例一种面向物联网和 3D GIS 的公路隧道智能检修机器人,包括核心控制系统、自动巡逻系统和自动检修系统和机械手装置。所述核心控制系统中相应的控制软件分别控制所述自动巡逻系统、自动检修系统和机械手装置。

[0026] 所述的核心控制系统包括命令解析执行模块、存储信息管理软件、物联网通讯模块、隧道三维地理信息管理、自动巡逻控制模块和自动检修控制模块,所述命令解析执行模块通过物联网通讯模块与网络进行信息的交互,该命令解析执行模块通过输入输出接口与自动巡逻控制模块和自动检修控制模块进行控制信息的传递;所述的自动巡逻系统包括隧道三维地理信息扫描装置、现场人机声光交互装置;所述的自动检修系统包括目标定位装置、备件耗材箱;所述自动巡逻系统和自动检修系统及机械手装置由所述自动巡逻控制模块和自动检修控制模块控制。

[0027] 所述的机械手装置包括自动充电机械手、交通管理机械手、道路维护机械手、紧急救护机械手、消防喷洒头、备件交换机械手、传感器标定机械手、传感器更换机械手、清洁工作机械手、配件更换机械手和其他零件维修机械手。

[0028] 所述的隧道三维地理信息管理包括地理信息系统软件、空间数据库、分析应用模型、图形用户界面及监管中心网络。

[0029] 所述的自动巡逻控制模块包括现场人机声光交互管理软件、行驶及校准控制软件、道路维护控制软件、自动充电管理软件、仿交警管理软件、紧急救护管理软件、消防管理软件、备件交换控制软件。

[0030] 所述的自动检修控制模块包括目标识别定位管理、传感器标定检修管理软件、机械手管理和机械手校正控制软件。

[0031] 所述核心控制系统中的命令解析执行模块通过物联网通讯模块与网络进行信息的交互,通过物联网通讯模块传递的信息也可先存储到存储信息管理软件内,当需要时再调用到命令解析执行模块中自行控制机器人执行各种命令;所述网络通讯模块的网络通讯地址用设备 IP 地址配合软件端口号,单个状态消息用 TCP/UDP 协议数据包,文件传输用 FTP,服务器与客户端基于 http (Web) 的空间数据互操作,机器客户用 XML 文件交换,真人客户用 HTML 可视交互。

[0032] 由于所述命令解析执行模块通过输入输出接口传递的指令可调用所述隧道三维地理信息管理、现场人机声光交互管理软件、道路维护控制软件、行驶及校准控制软件、自动充电管理软件、仿交警管理软件、紧急救护管理软件、消防管理软件、备件交换控制软件、目标识别定位管理、传感器标定检修管理软件、机械手管理和机械手校正控制软件,而所述的自动巡逻系统中隧道三维地理信息扫描装置、现场人机声光交互装置、自动充电机械手、交通管理机械手、道路维护机械手、紧急救护机械手、消防喷洒头、备件交换机械手及所述的自动检修系统中的目标定位装置、备件耗材箱、检修机械手装置都由核心控制系统相应的控制软件控制,因此,当命令解析执行管理模块调用相应的管理控制软件后,相应的管理控制软件将控制相对应的装置或机械手来完成特定的动作。

[0033] 由于目标识别定位管理、传感器标定检修管理软件、机械手管理、机械手校正控制软件及各种检修机械手的设计,本发明可实现公路隧道内零部件的自主检修与更换,进而

提高检修效率、降低真人检修的安全风险,实现对公路隧道的智能化检修的目的。

[0034] 通过行使及校准控制软件,所述机器人代替检修人员在检修车上作业,可自主控制检修车的行驶,并且在行驶中可自主校准检修车行驶偏差,从而达到在公路隧道内自主巡逻的目的,同时,在道路维护控制软件、自动充电管理软件、仿交警管理软件、紧急救护管理软件、消防管理软件、备件交换控制软件的管理控制下,本发明所述机器人在自主巡逻时可完成公路隧道的维护、交通的管理、消防与紧急救护的工作,当自身需要充电或者交换备件耗材箱中配件时,也可进行自主充电或配件的交换工作。

[0035] 通过现场人机声光交互管理软件和现场人机声光交互装置,可进行语音识别与合成,在遇到特殊情况,控制中心的真人可实现远程观察现场实景,接管机器人行为动作,让机器人实时模仿真人动作对现场进行维护工作。

[0036] 所述道路维护控制软件、行驶及校准控制软件、自动充电管理软件、仿交警管理软件、紧急救护管理软件及消防管理软件的预案程序已事先存储到存储信息管理软件中,通过现场人机声光交互管理软件的控制进行语音识别与合成,在遇到特殊情况,如出现交通事故时,控制中心的真人远程观察现场实景,接管机器人行为动作,让机器人实时模仿真人实施现场救护工作。

[0037] 所述的目标识别定位管理包括百米桩识别定位控制软件、电源插座识别定位控制软件、应急停车带识别定位控制软件、传感器识别定位控制软件、备件耗材箱配件识别定位控制软件及其他隧道零件识别定位控制软件,备件耗材箱配件的识别定位采用射频识别技术。百米桩、电源插座、应急停车带、传感器及其他隧道零件通过三维地理信息技术进行识别定位。

[0038] 所述的机械手管理包括虚拟现实交互套件、自主学习控制软件、自主检修控制软件。所述的虚拟现实交互套件包括数据手套和头盔。

[0039] 机械手管理的自主学习控制软件控制机械手的自主学习,其学习过程是通过真人示范动作过程数字化,并记录分析建模实现的:首先现场实录真人示范动作全过程 3D 影像,分析筛选各种基本动作及身体关节 3D 位置序列运动参数,构建机械手动作模型参数、优化设计关节(自由度)数目,数控编程实现各分解动作,虚拟现实模拟或者实际演示机械手连贯动作,并对比 3D 影像回放,确定细微动作协调配合的 3D 误差曲线是否满足工作要求,若不满足则继续调节参数,若满足则存储到动作模型程序。

[0040] 机械手管理的自主检修控制软件控制机械手的检修操作,由于真人示范动作过程已数字化记录到动作模型程序中,当系统发出机械手检修指令后,系统将自动分析当前动作指令参数、状态机 3D 位置,并计算修订机械手各分解动作模型的具体实例参数,之后按实例参数启动存储动作模型程序,根据存储动作模型的指示,同时在自主检修软件的控制下,相应的机械手将执行检修工作。检修过程将通过摄像实时记录到核心控制系统的存储器中,出现错误操作将返回错误信息并进行异常处理,以便重新校准操作。

[0041] 所述机械手管理的虚拟现实交互套件实现机器人虚拟现实的交互遥控:中心控制人员穿戴虚拟现实交互套件中的数据手套和头盔,切换启用虚拟现实网络远程人机交互模式,所述头盔上安装有显示器,通过所述显示器中心控制人员可观察隧道现场的立体影像,中心控制人员将自己手臂运动的位置信息通过数据手套向现场机械手发送动作指令,机械手接收动作指令并转换为程序参数,进而执行动作;中心控制人员头颈和眼珠的转动信息

通过头盔上设置的传感器及数据信息发送装置向机器人的 3D 高清摄像头云台发动作指令,摄像头云台在动作指令的控制下,随中心控制人员头颈的转动而将新视角影像送回至头盔上的两眼装置中,该装置将送回的影像转化为实时的状态参数并反馈给控制中心,反馈回的状态参数数据将作为机械手学习的素材,供回放用。

[0042] 所述的三维地理信息扫描装置包括多个安装于机器人表面的 360° 自由旋转的云台和安装于所述云台上的 3D 高清摄像头。所述的现场人机声光交互装置包括有音频传感器、光敏传感器、信号处理器、信号转换器及声光信号收发器。所述目标定位装置包括多个安装于 360° 自由旋转的云台上的射频读卡器和 3D 高清摄像头。

[0043] 所述的备件耗材箱包括多个具有自动枪弹匣结构的箱体,不同的箱体里放置不同的配件,如照明灯、信号灯、传感器等,并在每种配件的箱体上贴有电子标签,利用射频识别技术,通过目标定位装置中的读卡器识别电子标签上相应的信息,经由核心控制系统的目标识别定位管理分析后,控制相应的机械手完成指定的配件的抓取操作,进而完成隧道零件的更换工作。

[0044] 如图 2 所示,所述三维地理信息管理的模块原理图,所示监管中心网络监控三维地理信息系统软件解析指令的执行和空间数据的采集与传递,通过三维地理信息扫描装置得到的隧道内零部件信息在地理信息系统软件中进行处理,地理信息系统软件调用空间数据库中的数据与采集的数据信息进行对比分析,同时调用预先存储的分析应用模型,通过所述分析应用模型的建立进而把扫描到的信息输出到图形用户界面中,从而完成隧道内零部件的扫面与监测。

[0045] 如图 3 所示为本实施例机器人自动巡逻控制流程图,首先本实施例机器人接收并解析网络控制指令信息,启动自动巡逻系统在隧道内行驶,行驶中,通过机器人遥控、差动调节机器人所乘检修车两侧电机,来校准行驶方向上的偏移;通过机器人所乘的检修车车轮上安装的雷达探头探测前进方向上是否有异常障碍,有则反馈障碍物信息,调用道路维护控制软件中的程序控制道路维护机械手自动修复陷落的道路盖板、自动挪移障碍物等操作;由于机器人上部和下部安装有多个 360° 自由旋转的云台及安装在云台上的多个 3D 高清摄像头,因此,在行驶中通过多个 3D 高清摄像头可实时扫面隧道的三维地理信息,并通过所述三维地理信息管理模块的地理信息系统软件的控制,测量并记录扫描到的零部件的相应状态数据并存储到空间数据库中,与应用模型进行比较是否超出期望误差,若超出则调用其他相应的设施预案程序进行维护与检修;在行驶中,如遇百米桩,则调用相应行驶及校准软件中相应的程序校准行驶里程的位置偏差;如遇插座或者应急停车带,则调用自动充电管理软件或者备件交换控制软件中相应的程序分析是否需要充电或者交换备件耗材,如果需要则控制相应的自动充电机械手或者备件交换机械手进行充电或者备件交换;行驶中判断是否到达公路隧道出口,若到达则报告信息,并按预案指令继续巡逻或待机等待新的指令到达。

[0046] 如图 4 所示为本实施例机器人目标识别定位控制流程图,当通过 3D 高清摄像头扫面隧道中的设施零部件,并对其进行相关信息的采集和分析,并确定有需要维修或者更换的零部件后将启动目标识别定位管理,判断待检测零件是否在可处理范围内,若不在可处理范围内,则机器人遥控移动检修车或检修车上的行车和载人云台到最接近待检修位置,分析待检修零部件的三维数据信息,并根据分析结果调用相应的定位控制软件,包括百

米桩定位控制软件、电源插座定位控制软件、应急停车带定位控制软件、传感器定位控制软件、其他隧道零部件定位控制软件及备件耗材箱配件定位控制软件,所述定位控制软件控制相应的机械手完成抓取、拆卸、标定等操作,同时,机械手校正控制软件将根据指定的三维地理信息扫描摄像头扫描工作机械手的动作,得到的反馈信息与自身预先存储的机械手关节动作状态三维空间数据信息进行比较,分析误差是否超出正常范围,从而对工作机械手进行实时校正,以使工作机械手能准确的完成检修操作,检修完成后,再次采集该零部件的信息并记录该零部件的 3D 位置在核心控制系统的存储信息管理软件中,此后可进行下一次的识别定位检修工作。

[0047] 本实施例传感器的标定原理:识别指定的目标传感器,根据识别方位移动标定检修装置至最接近目标的位置,连续观测,记录自然环境下车载传感器与目标传感器数据,之后用小环境箱罩住车载传感器与目标传感器,调配小环境参数,连续观测,记载车载传感器与目标传感器的稳定数据,针对线性传感器快速标定自然环境与小环境两点的参数,并计算出线性公式,若为多点,则可线性回归拟合更精确的参数公式;针对非线性传感器,标定自然环境与小环境多点参数,并计算出已知形式非线性公式参数,最后调配小环境参数,连续观测,记录车载传感器与目标传感器稳定数据,若误差在允许范围内则返回正常标定公式参数,否则更换目标传感器。

[0048] 本实施例更换目标传感器控制流程:识别指定目标传感器的类型,定位其位置,移动机械手至目标传感器位置,调用拆卸目标动作完成拆卸,调用安装目标动作完成安装,调用目标状态检查程序,若误差在允许范围内则返回正常参数,否则报告安装线路故障错误,确认后再次安装或直接返回。

[0049] 本实施例机器人由于是面向物联网的智能检修机器人,因此与其配合的上位机服务器数据库综合存储管理所有隧道设施物品的生命期及历史档案数据,包括新建、动态跟踪修改、查询、统计分析报告等,各级物流配送转运备件库及消费使用耗材的机器人均有下位机联网向上位机汇集更新信息,下位机配 RFID 及 3D 高清图像识别装置读写目标信息,替代传统 GPS 的复合叠加三维相对定位,所述的三维空间识别定位信息坐标包括百米桩校准的纵向坐标、行车原点校准的横向坐标、云台升降高程坐标,消费使用耗材的机器人作为隧道物联网的一分子支持相关功能。

[0050] 以上所述的仅是本发明的优选实施方式,应当指出对于本领域的技术人员来说,在不脱离本发明结构的前提下,还可以作出若干变形和改进,这些都不会影响本发明实施的效果和专利的实用性。

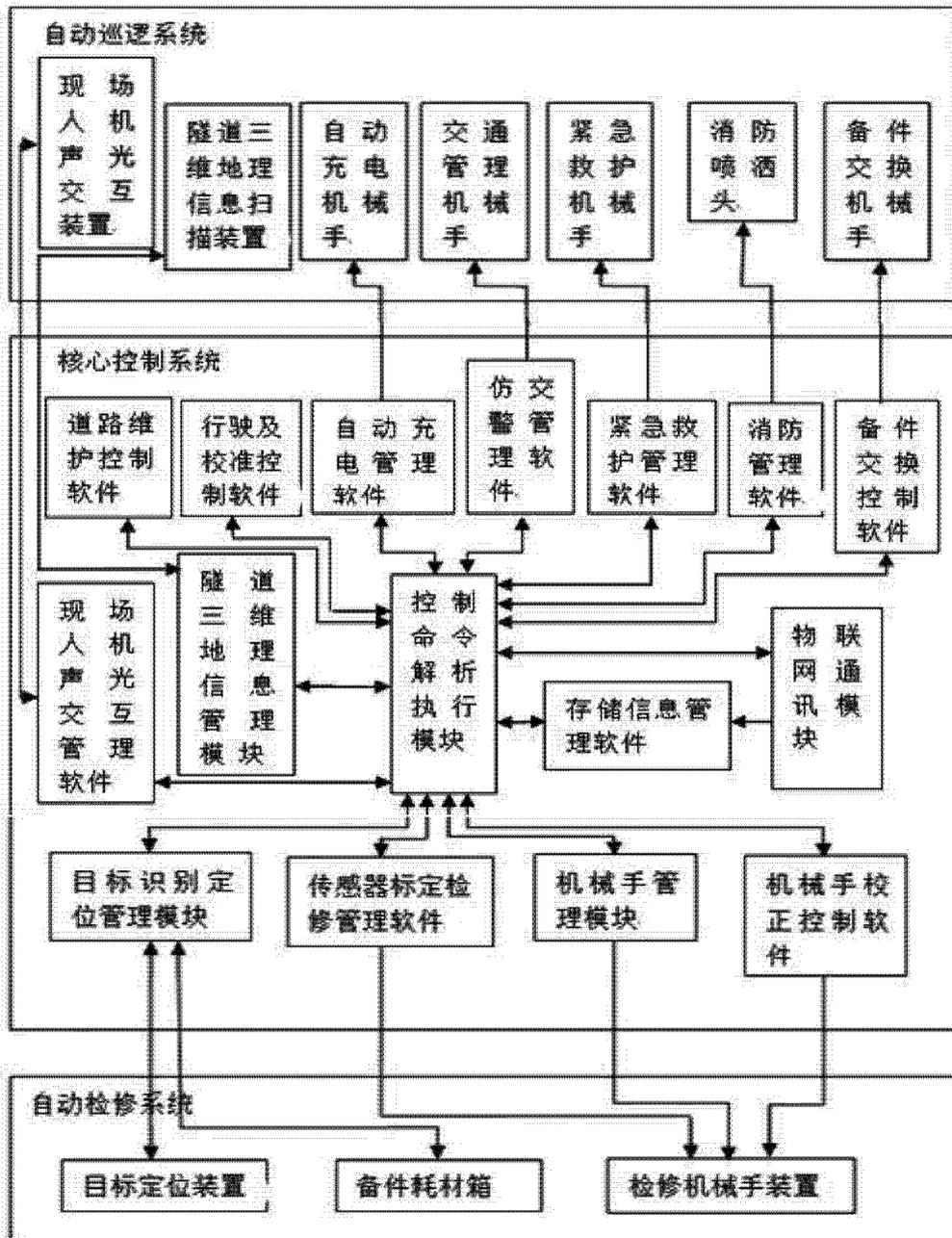


图 1

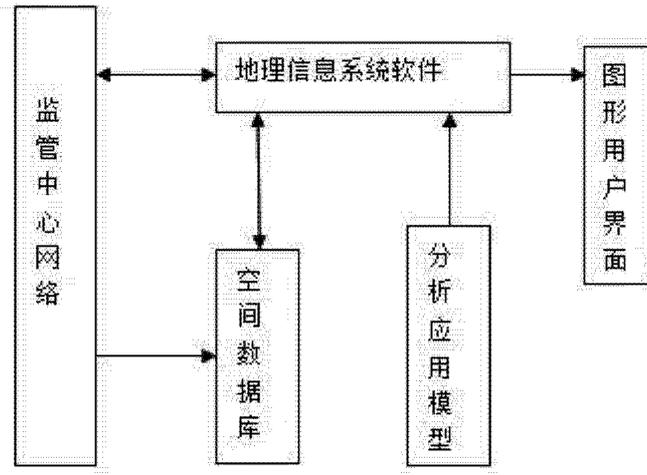


图 2

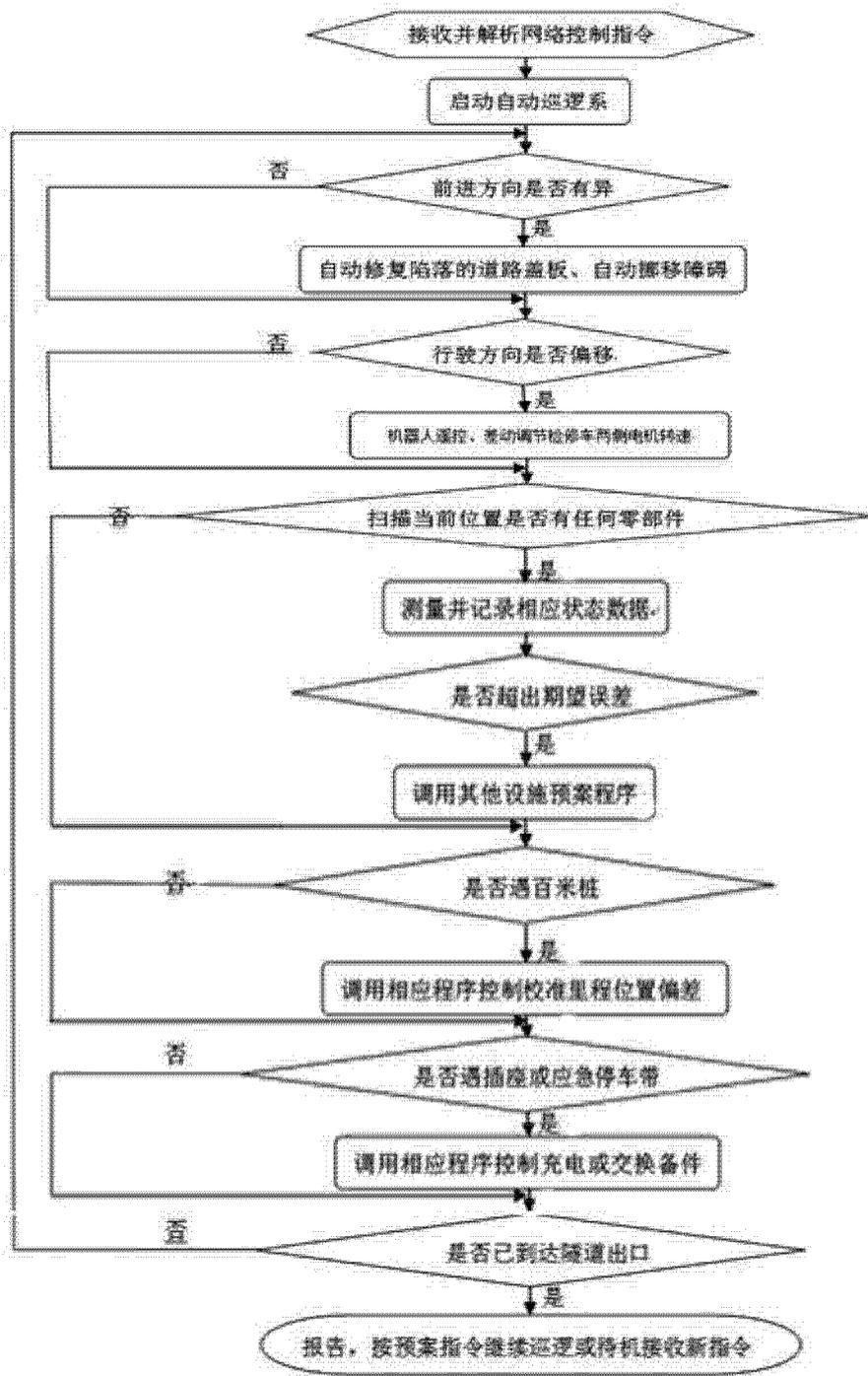


图 3

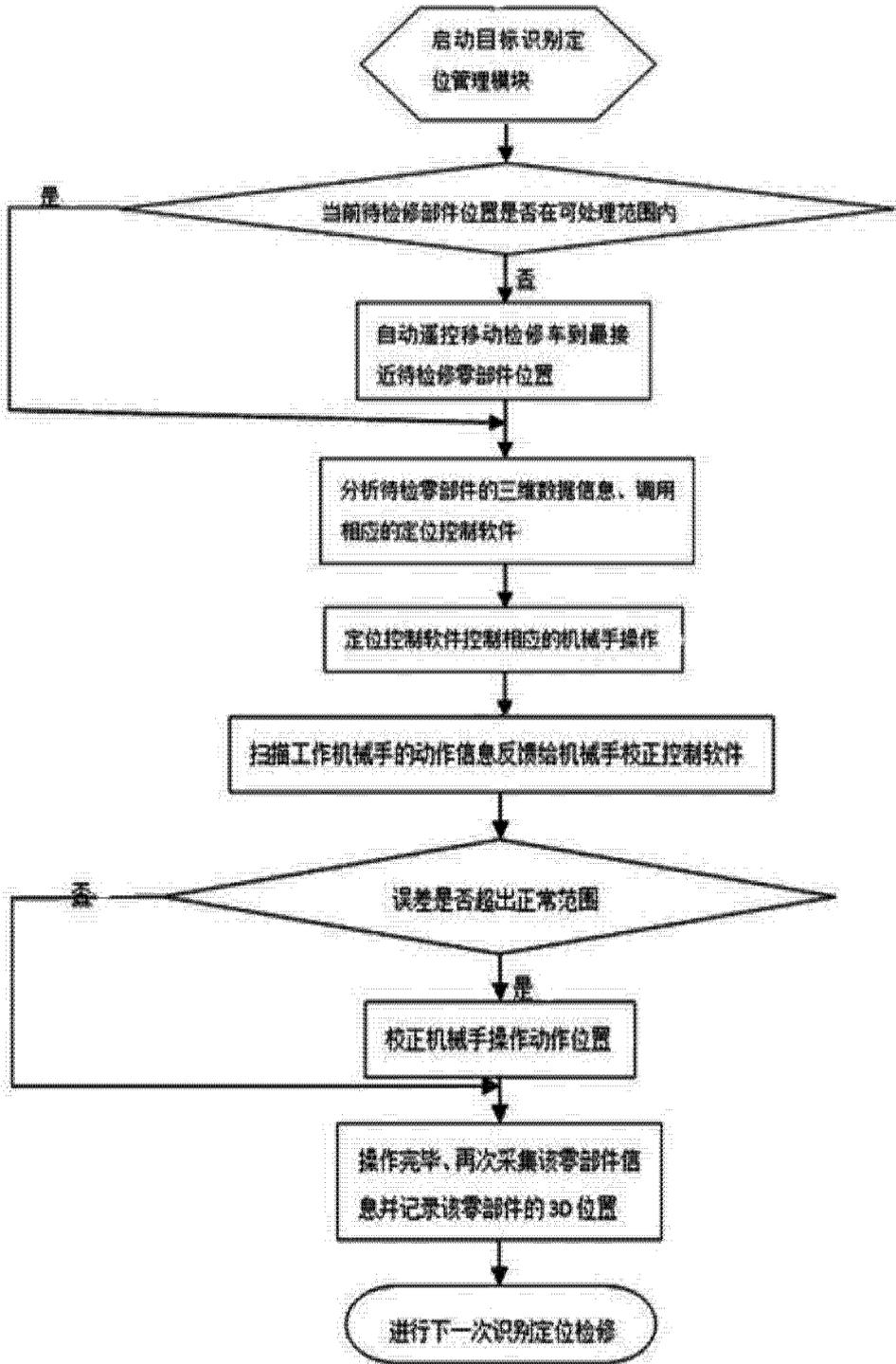


图 4