



专栏：人工智能技术与应用

巡检机器人在互联网数据中心 智能运维中的应用探索与研究

刘孝颂, 黄挺

(中国电信股份有限公司上海研究院, 上海 200122)

摘要: 互联网数据中心(IDC)介绍了的运维工作关键而又繁重,运营商迫切需要考虑如何引入巡检机器人进而提升智能运维水平。介绍了巡检机器人业界发展现状与技术成熟度,提出了巡检机器人数据采集系统总体架构。结合互联网数据中心巡检机器人实际现网需求情况,深入探讨互联网数据中心智能化运维方面的技术突破点以及对采集数据的挖掘与应用。

关键词: 巡检机器人; 互联网数据中心(IDC); 节能减排; 智能运维; 图像识别; 人工智能

中图分类号: TP242

文献标识码: A

doi: 10.11959/j.issn.1000-0801.2018303

Application of inspection robot in internet data center intelligent operation and maintenance

LIU Xiaosong, HUANG Ting

Shanghai Research Institute of China Telecom Co., Ltd., Shanghai 200122, China

Abstract: The operation and maintenance of the internet data center (IDC) is critical and arduous. Operators urgently need to consider how to introduce inspection robots to improve the level of intelligent operation and maintenance. The development status and technology maturity of the inspection robot industry were introduced and the overall structure of the inspection robot data acquisition system was proposed. Combining with the actual network demand of data center inspection robots, technical breakthroughs in intelligent operation and maintenance of data centers and mining and application of collected data were discussed in depth.

Key words: inspection robot, internet data center (IDC), energy saving and emission reduction, intelligent operation and maintenance, image recognition, artificial intelligence

1 引言

伴随移动互联网和视频行业的爆发式增长,对云计算、大数据等基础设施的需求持续增加,对运营商的 IDC 机房和网络带宽的需求保持着 20%以

上的增长率,目前中国 IDC 市场仍处于高速发展期,还具有较大的发展空间。面对互联网数据中心机房的快速增长,机房巡检是保障其安全、稳定运行的日常运维任务之一。目前机房巡检多采用人工巡检方式进行,通过对数据机房设备、环境、动力

收稿日期: 2018-10-05; 修回日期: 2018-12-09

等进行周期性巡查和检视,发现设备运行故障或故障隐患,从而保障安全生产和稳定运行。

人工周期性巡检方式的内容单一且重复性高,数据机房巡检人员工作责任心、巡检颗粒度、工作经验、环境复杂度等因素制约巡检工作的质量。针对现阶段人工巡检方式存在的问题以及互联网数据中心机房智能化运维需求,引入智能巡检机器人辅助、替代人工巡检,这一趋势已成为业界共识。集成人工智能、传感测量技术、信息技术等而形成巡检机器人,辅助甚至替代目前的人工巡检是其典型的应用场景。

引入智能巡检机器人完成对数据机房的巡检工作,从智能运维应用角度考虑,不局限于辅助和替代目前的人工巡检,更大的意义在于通过机器人这样一个移动平台结合图像识别和传感测量等技术,完成对互联网数据中心机房的动环、设备等运行参数的采集。然后对采集数据的进行数据建模和挖掘分析,从而为数据机房实现信息化、数字化、自动化、智能化运维注智。

本文重点从数据机房如何引入巡检机器人,完成现阶段人工巡检工作辅助、替代和采集数据的后挖掘应用两方面需求,探讨对巡检机器人的功能设计要求以及通过实际应用案例分析其在 IDC 机房智能运维中的应用。

2 巡检机器人系统设计

2.1 巡检现状及痛点分析

目前 IDC 数据机房巡检日常工作主要包括以下几个方面。

- 环境参数:温度、湿度、气体、粉尘、环境异物、调试车摆放情况等环境参数记录及检查。
- 设备状态:服务器、存储及网络设备的状态检查和维修管理。
- 动力制冷:UPS、电力、空调、冷站等基础运维巡检管理。

现有机房通过人工结合固定监控视频进行巡检。人工巡检时,通过肉眼进行观察或使用简单的手持式信息采集设备进行巡检,不能进行深入分析;而固定监控视频位置固定,不能自由移动,存在大量的监控盲区,无法实现全覆盖,且固定监控视频不具备智能分析功能,需专人监控视频画面。由于监控画面多,人员监管困难,即使监控到机房设备出现故障,运维人员也不一定能够发现。

2.2 巡检方案比对

人工巡检模式易受环境、技术、巡检人员情绪化等因素的制约,巡检作业的质量参差不齐,也无法随时随地进行巡检和精细化采集机房巡检数据以及基于采集数据进行智能化分析、处理。

针对现有巡检方式的不足,智能巡检设备拟搭载高清相机、红外热成像仪、温湿度传感器、烟雾传感器、有害气体传感器等信息采集设备,能自动采集高清图像、识别设备外观、判断温度缺陷、监测环境信息异常等。通过多种检测手段对机房设备进行监测,能有效地保证机房服务器等设备持续稳定地运行。

2.3 互联网数据中心机房巡检内容

根据目前 IDC 数据机房巡检的工作任务,机房日常作业主要包括以下几个方面:

- 定期检查数据机房的温湿度并做相应的记录;
- 检查巡视各类设备的运行情况,观察指示灯、电源等有无异常情况;
- 对服务器设备区出风口等进行检测,确定制冷是否正常;
- 监控保障系统,有相应的告警情况能够及时处理;
- 接到用户故障告警之后,能够及时检查并配合协调相关技术人员进行故障处理和修复;
- 对各类故障及安全隐患进行详细记录。

表 1 梳理了目前互联网数据中心机房日常巡检作业中,针对服务器中心区域的巡检内容,主要分



表 1 互联网数据中心机房巡检标准及规范（服务器中心区关键巡检项）

巡检项目	正常状态判断内容		巡检方式	巡检频率
服务器、网络、监控设备	检查设备指示灯状态有无异常	各类设备指示灯显示正常，参考各类设备指示灯状态图示	观察	每天
	检查设备有无传出异常报警声	各类设备无报警蜂鸣声	听	每天
	检查设备有无散发出烧糊（焦）的气味	无烧糊（焦）的气味	闻	每天
	设备有无冒出烟雾	设备无烟雾冒出	观察	每天
	是否有风从设备吹出	有风从设备吹出	感应	每天
环境温度、物理安全隐患、水火灾等方面	机房室内温度是否正常	开机状态：夏季 $23^{\circ}\text{C}\pm 2^{\circ}\text{C}$ ；冬季 $22^{\circ}\text{C}\pm 2^{\circ}\text{C}$	观察	每天
		停机状态： $5^{\circ}\text{C}\sim 35^{\circ}\text{C}$	观察	—
	机房室内湿度是否正常	开机状态：45%~65%	观察	观察
		停机状态：40%~70%	观察	—
	检查设备面板显示信息有无异常	各类设备无错误代码信息（对各类设备显示异常信息记录）	观察	每天
	机房室内有无水患	机房建筑地面、墙体、顶墙均无水侵蚀	观察	每天
	机房室内地面风口是否有风吹出	有风吹出	感应	每天

为设备级的状态检测和机房环境参数的采集。该部分巡检作业是互联网数据中心巡检的核心内容。

2.4 巡检机器人功能设计

2.4.1 系统总体架构

互联网数据中心巡检机器人系统整体为功能

分层体系架构，主要由机器人本体和后台管理软件组成，如图 1 所示。机器人可以通过局域网与管理后台进行数据、图像、视频等交互，管理后台进行任务部署、状态监控、远程遥控、数据分析、报表管理、日志管理及智能报警预测等基本

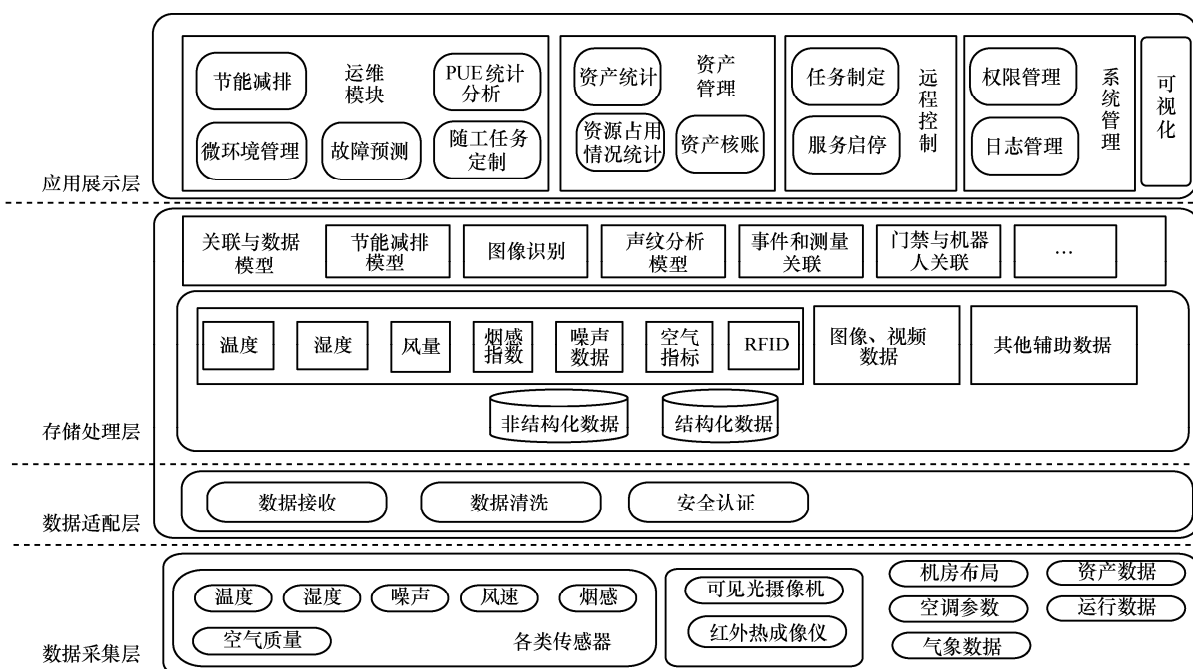


图 1 智能巡检机器人系统架构示意图

功能。系统从互联网数据中心巡检应用角度出发,可以为微环境管理、资源管理、节能管理、日常巡检和随工安防等主要功能。

巡检机器人系统采取分层设计架构,包括以下几层。

(1) 数据采集层

机器人采集的前端数据来源。主要将环境参数、视频、图像、红外、机房模型、资产信息等作为系统的源数据输入,支持各种标准协议。

(2) 数据适配层

主要由数据采集适配器、协议库、模块组成。数据采集层负责接入前端数据源。

(3) 数据存储层

数据库访问采用连接池控制,数据库对外访问提供统一接口。分析实时数据,存入相关数据库。还包括各类子功能模块的数据建模、关联处理。

(4) 应用展示层

指系统提供的各功能模块,包括热场管理、节能管理、日常巡检、随工安防管理、资产管理等。对用户提供各界面接口,包括监控状态可视化、可视化云图、信息可视化及其他 UI 视图。

2.4.2 巡检功能设计及实现

数据机房智能巡检及分析系统,实现状态监测、图像/数据展示、预警、辅助决策、信息统计分析、表计识别等功能。巡检功能列表见表 2。

数据机房智能巡检机器人实现 4 类设备工作状态信息采集系统:红外热像仪系统、可见光图像采集处理系统、声音采集处理系统和移动物体闯入报警系统。

(1) 红外监测与诊断

采用在线式红外图像采集装置,根据预告设定的设备阈值自动进行判断,对给出报警的设备在基站主控计算机上给出声音和文本报警。

(2) 图像监测与诊断

利用机器人基站系统对移动体发送来的可见光图像进行分析,只传输分析结果或待进一步确定的图像。首先对采集的图像进行预处理,识别出被监测的设备,通过将该图像与上次采集的图像进行差分图像分析、累积图像分析、相关分析、区域标识、纹理描述等处理,结合对应设备的参数库确定其是何设备,如果是仪表再识别出读数。

(3) 声音监测与诊断

实现对服务器、空调、UPS 等设备的噪声进

表 2 巡检功能列表

	主功能	子功能	功能说明
巡检功能	巡检模式	全自主巡检	全自主模式包括例行和特巡两种方式。例行方式下,系统根据预先设定的巡检内容、时间、周期、路线等参数信息,自主启动并完成巡视任务
		遥控巡检	由操作人员手动遥控机器人,完成巡视工作
	检测功能	温湿测量功能	对设备进行温度检测,对缺陷或故障进行自动分析判断,并提出预警
		仪表读数	对有读数的表盘进行数据读取、自动记录和判断,并提出报警。读数的误差小于 5%
		噪声识别	能够对设备运行噪声进行采集、远传、分析
	音视频远传	通信模块	具备实时图像远传和双向语音传输功能,可实现就地或远程视频巡视和作业指导
数据采集功能	报警功能	管理模块	具备设备检测数据的分析报警功能;报警发生时,应立即发出报警信息,伴有声光提示,并能人工退出/恢复;报警信号能远传
		图像采集、识别设备	主要针对表盘式仪表、数字式仪表、指示灯等设备进行拍照,用于后台管理系统识别
	传感器	红外热成像仪	对服务器、机房整体环境进行热成像数据采集
		环境参数采集传感器	搭载温度、湿度、风速、噪声、空气质量、烟雾等多种传感器,用于直接测量数据机房环境参数



行采集和分析。机器人采用定向高灵敏度麦克风对目标设备噪声进行数据采集,并将噪声数据经过无线网传回基站。通过对采集的声音进行分析来构造一个综合检测模型,并在基站系统上对传回来的噪声数据进行检测分析,自动判断设备是否处于正常工作状态,并对异常情况发出故障报警。

(4) 移动物体闯入侦测报警

利用视频采集压缩传输模块提供的原始视频数据,分析出视频中相对于背景运动的目标,提取出运动目标的区域,通过声音和文本报警提示控制人员注意,并在移动物体出现时录像。

2.4.3 机器人控制及通信模块

机器人在巡检过程中将实现无人化自主运行,并将结果反馈到管理平台,因此机器人需要具备无线遥控、自主充电和远程服务等功能。

为使机器人的移动不受线路的限制,通常利用无线网络建立巡检机器人和基站之间的数据通信。巡检机器人需要实时传输可见光视频图像、红外热成像图像和音频数据。通过研究无线传输技术,使无线网络达到一个稳定的网络带宽,保证智能巡检机器人采集的数据能够实时、可靠、稳定地传输到后台系统,以便于后台系统对图像进行分析、整理、存储等操作。

2.4.4 巡检分析输出

巡检分析输出属于整个系统的应用层,基于巡检机器人采集数据(包括传感器采集和识别类采集)进行各类应用建模,对数据机房的微环境、资源管理、运行状态总体评估等多维度展示并输出相应的巡检报告。结合巡检数据可以对设备进行故障预测,并提供相应的告警信息。

3 巡检采集数据分析与挖掘

3.1 智能运维需求分析

针对 IDC 的智能运维关键需求包括通过对设备运行状态、机房微环境参数等自动化巡检采集,并形成相应的结构化数据进行存储和汇聚,对这

些数据进行挖掘分析,嵌入运维流程中从而提升智能化运维水平,并逐步实现对其发展趋势的预测,打破了传统机房运维的概念。

将人工智能和数据机房微环境管理技术结合,优化管理机房气流组织和精密管理空调,按需供冷,从而达到节能减排的目标。并实现自动监控,减少巡检运行人员数量,对设备发热点的及时预警,避免设备进一步过热造成的故障,从而减少维护费用。通过数据采集分析判定设备的实际运行状况,实现 IDC 设备监控预警,通过统一的显示界面展示设备状态、设备温度、分析曲线等,为机房设备的状态检修提供强有力的技术支持和信息平台。

3.2 数据机房节能降耗应用

机器人快速有效、全面地采集机房温度、湿度、气流和洁净度等环境数据;采集到的丰富数据用于实时分析机房的环境情况分布,通过三维可视化图示发现互联网数据中心的过热点和过冷点、IT 设备功耗以及冷却系统,并通过其核心算法和模型进行专业分析,诊断和解决互联网数据中心存在的故障和低能效问题,给出有针对性的改善建议,优化互联网数据中心环境、气流、能效,做到互联网数据中心制冷的精细化管理,提高互联网数据中心可靠性、改善能效。

图 2 是基于巡检机器人搭载的红外测温传感器,对机房整体环境的温度进行采集,并结合数据机房 3D 电子地图进行渲染,从而生成该互联网数据中心三维热力图。热力图可以直观地反映出该数据机房存在的“热岛”区域,从而有针对性地对区域进行制冷调节,保证数据设备的安全、稳定运行。

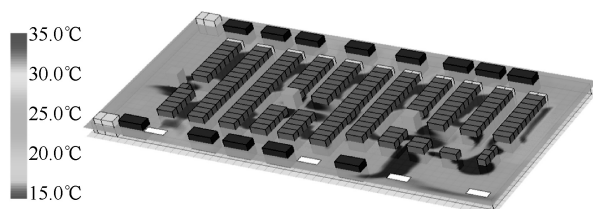


图 2 IDC 互联网数据中心机房温度热力图

4 结束语

本文针对在 IDC 日常运维中引入巡检机器人所需关键功能设计以及引入巡检机器人后在数据机房微环境管理的应用进行初步探索和研究。结合目前数据机房的智能化运维需求,提出智能巡检机器人整体系统的架构设计,可作为下一步数据机房巡检机器人实际应用的技术参考。

面向数据机房的巡检机器人,从行业发展来看仍然处于起步阶段。这方面的实际商业应用要远远落后于已经有相当市场实际应用规模的电力行业的巡检机器人。现阶段数据机房巡检机器人能够辅助和替代人工巡检中的环境监测、设备巡视等常规作业,但是在故障预测以及其他智能化运维需求中还需要进一步的完善和优化。

随着人工智能、大数据及物联网等技术的发展,数据机房巡检机器人无论在技术应用和功能实现方面,还是在成本控制方面都对互联网数据中心机房巡检运维的安全性、可靠性、稳定性产生积极作用,将智能巡检机器人引入智能化数据机房的运维工作中是必然的发展方向。

参考文献:

- [1] 李翔,姜晓红,吴朝晖,等.绿色互联网数据中心的热量管理方法研究[J].计算机学报,2015,38(10):1976-1996.
LI X, JIANG X H, WU Z H, et al. Study on the method of thermal management in green data center[J]. Chinese Journal of Computers, 2015, 38(10): 1976-1996.
- [2] 邓维,刘方明,金海,等.云计算互联网数据中心的新能源应用:研究现状与趋势[J].计算机学报,2013,36(3):582-598.
DENG W, LIU F M, JIN H, et al. New energy applications in cloud computing data centers: research status and trends[J]. Journal of Computers, 2013, 36(3): 582-598.
- [3] 张成巍,岳湘.智能巡检机器人研究现状与发展趋势[J].电工文摘,2015(1):9-12.
ZHANG C W, YUE X. Research status and development trend of intelligent patrol robot[J]. Electrical Engineering Abstracts,

2015(1): 9-12.

- [4] 唐亮,陈瑞华,王长宁.用于互联网数据中心机房的智能巡检机器人的设计[J].计算机与网络,2018,44(6):47.
TANG L, CHEN R H, WANG C N. Design of intelligent patrol robot for data center computer room[J]. Computer and Network, 2018, 44(6): 47.
- [5] 张正培,陈庆,陆君杰,等.互联网数据中心机房智能巡检机器人的设计探究[J].中国金融电脑,2017(2):48-55.
ZHANG Z P, CHEN Q, LU J J, et al. Study on the design of intelligent inspection robot in data center computer room[J]. China Financial Computer, 2017(2): 48-55.
- [6] 丁宁,陈波,蔡钧宇,等.基于视觉识别的智能巡检机器人系统设计[J].科技创新与应用,2018(24):86-87.
DING N, CHEN B, CAI Y Y, et al. Design of intelligent inspection robot system based on visual recognition[J]. Science & Technology Innovation and Application, 2018(24): 86-87.
- [7] 曹涛.变电站智能巡检机器人散热系统分析[J].机械设计与制造,2015.
CAO T. Analysis of heat dissipation system of substation intelligent inspection robot[J]. Machinery Design & Manufacture, 2015.
- [8] 樊耀东.电信运营节能减排指标体系研究[J].电信科学,2008,24(5).
FAN Y D. Research on energy saving and emission reduction index system of telecom operation industry[J]. Telecommunications Science, 2008, 24(5).
- [9] 苏礼华,陈日凡,谢振华.IDC机房新型IT设备供电模式的探讨[J].电信科学,2014,30(Z1):46-50.
SU L H, CHEN R F, XIE Z H. Discussion on power supply mode of new IT equipment in IDC engine room[J]. Telecommunications Science, 2014, 30(Z1): 46-50.

作者简介



刘孝颂(1977-),男,中国电信上海研究院网络数据系统架构师、高级工程师,主要从事网络数据分析/挖掘工作以及基于网络数据的应用的研究开发方面的工作。



黄挺(1975-),男,中国电信股份有限公司上海研究院高级工程师,主要研究方向为核心网、业务平台、网络大数据应用。