

工业物联网大数据平台架构与应用

郑树泉

(上海计算机软件技术开发中心 上海 201112)

摘要 在研究德国Rami4.0标准以及美国工业互联网参考架构的基础上,本文采用工业物联网的概念,进一步突出信息物理系统(CPS: Cyber-Physical System)技术体系,并结合工业大数据的特征,提出通用的工业物联网大数据平台架构,形成工业物联网解决方案,该解决方案将关注于CPS的通用应用场景。基于此架构体系开发了桥梁健康监测及养护平台,实现对桥梁日常运行情况的监管,为桥梁维保提供决策支持。目前,该平台在上海市某桥梁得以应用。

关键词 物联网,工业大数据,信息物理系统,工业互联网

中图法分类号: TP319 文献标识号: A

doi:10.3969/j.issn.1674-7933.2016.06.04

The Structure and Application of Big Data Platform for Industrial Internet of Things

ZHENG Shuquan

(Shanghai Development Center of Computer Software Technology, Shanghai 201112, China)

Abstract Based on the research of Reference Architecture Model Industrie 4.0 (RAMI4.0, German) and Industrial Internet Reference Architecture, America, and combined the knowledge of the industrial characteristic of big data, this paper uses the concept of industrial internet of things and especially highlight the use of Cyber-Physical System to presents a platform architecture model for industrial internet of Things and Big data to form solutions. These solutions will focus on the general application scenario in CPS. For the benefit of this architecture, a health monitoring and maintenance platform for bridge has been established. Where appropriate, this platform manages to monitor the daily operation of the bridge regulation, as well as offers suggestions and supports for bridge maintenance. Now, this platform has been put in use in the one of the bridges in Shanghai.

KeyWords Internet of Things, Industrial Big Data, Cyber-Physical System, Industrial Internet

0 引言

随着互联网和计算机技术的高度发展,信息化与工业系统深度融合,由此引发了生产力、生产关系、生产技术、商业模式以及创新模式等方面的深刻变革,使整个工业系统迈向全面智能化。业界称之为“第四次工业革命”。为了赶上工业革命的浪潮,为了成为第四次工业革命的领头羊,各国纷纷提出了相关战略。

2013年4月,德国政府在汉诺威工业博览会上正式提出“工业4.0”战略^[1],其核心是通过充分利用信息通讯技术和网络空间虚拟系统——信息物理系统(CPS, Cyber-Physical System)相结合的手段,将制造业向智能化转型,其目的是为了提高德国工业的竞争力,在新一轮工业革命中占领先机。

2013年6月美国通用电气公司(GE)提出的工业互联网战略^[2],代表全球工业系统与智能传感技术、高级计算、大数据分析,以及互联网技术的连接与融合。其核心三要素包括智能设备、先进的数据分析工具,以及人与设备的交互接口。工业互联网是智能制造体系与智能服务体系的深度融合,是工业系统产业链与价值链的整合

作者简介:郑树泉,男,1965年生,高级工程师,主要从事与研究领域:物联网与IT架构, Email: zsq@ssc.stn.sh.cn。

与外延。

2015年5月,中国国务院印发《中国制造2025》^[3],部署全面推进实施制造强国战略,其核心为通过信息化和工业化两化深度融合来引领和带动整个制造业的发展,并率先进行重点领域和重点工程建设。

无论是德国的工业4.0、美国的工业互联网,还是中国的中国制造2025,这些体系都是基于CPS的,也就是基于虚拟世界跟物理世界的全新制造体系,包含了数据采集(传感)、工业云、协同和大数据等技术的全面使用。

本文在研究德国Rami4.0标准及美国的工业互联网参考架构标准的基础上,结合大数据在工业上的价值,提出通用的工业物联网大数据平台架构体系,基于该架构体系开发桥梁健康监测及养护平台。

1 标准研究

1.1 德国Rami4.0标准架构

2013年4月,德国机械及制造商会(VDMA)、德国电气电子(ZVEI)以及信息技术协会(BITKOM)设立了“工业4.0平台”,并确定规范与标准、安全、研究与创新三大主题。2015年3月,德国电气电子行业协会(ZVEI)确定工业4.0参考架构——Rami4.0和工业4.0组件——Industrie 4.0-Komponente^[4],作为为企业发展未来产

品和业务模式的基础。Rami4.0框架体系标准从企业应用、IT、生产流程三个视觉和纬度进行了架构定义,如图1所示。

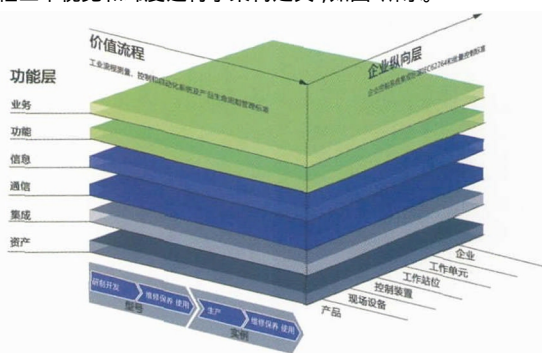


图1 Rami4.0 标准架构

Rami4.0框架体系将分阶段融入到工业4.0中:

水平层面实行企业控制系统集成标准IEC62264和批量控制标准IEC61512,控制范围包括工厂内不同的部门或功能单位,为了充分阐述工业4.0的整个系统,这些功能单位已经扩大到工件、产品标签,以及所有接入到物联网中的设备。

价值流层面执行国际电工委员会的工业流程测量、控制和自动化系统及产品生命周期管理标准IEC62890,同时,强调了设计原型与实际产品的区别与联系。

1.2 美国工业互联网参考架构

2014年3月,由GE联合AT&T、思科、IBM和英特尔发起成立美国工业互联网联盟(Industrial Internet Consortium, IIC),成为推动工业互联网标准化的重要平台。IIC以参考架构为指导,通过企业自主开发应用案例,组织企业进行垂直领域的应用探索,支持搭建试验床作为验证平台,并借助其他标准组织力量,推动工业互联网加快发展与落地。

2015年6月,IIC发布工业互联网参考架构V1.0^[5],参考架构文件概括了工业互联网系统的主要特点,在实施工业互联网解决方案前必须考虑的各项要点,并分析了工业互联网的主要问题,包括安全隐私、互操作性,以及连通性等。其架构如图2所示。

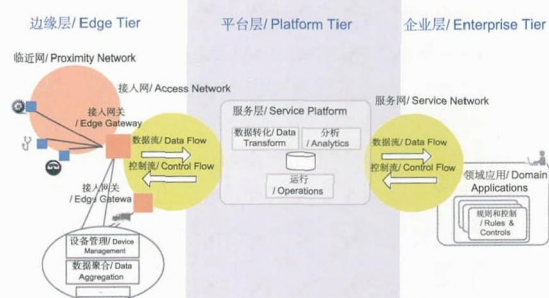


图2 工业互联网参考架构 V1.0

不同于德国Rami4.0标准更多的关注于智能工厂以及智能制造本身,美国工业互联网参考架构更多关注于服务。通过传感和感知技术将位于边缘层的生产数据和设备运行状态等数据通过网关汇聚到平台层的服务平台上,通过大数据技术进行数据转化和挖掘分析为企业提供相关领域的应用服务。

2 工业互联网大数据平台架构

无论是德国的工业4.0、美国的工业互联网还是中国制造2025,这些体系都是基于信息物理系统(CPS),由美国NSF(美国国家科学基金会)于2006年提出。CPS是基于虚拟世界跟物理世界的全新制造体系,包含了数据采集(传感)、工业云、协同和大数据等技术的全面使用。CPS被认为是第四次工业革命的核心技术。

本文采用工业互联网的概念,进一步突出CPS技术体系,并结合工业大数据的特征,提出通用的工业互联网大数据平台架构体系,形成工业互联网解决方案,该解决方案将关注于CPS的通用应用场景,而不仅限于智能制造领域。

2.1 物联网环境下的工业大数据

在大数据的概念提出以前,物联网是实现工业智能化的重要手段,在实践中企业花费大量的人力、财力、物力建造物联网,通过数以千、万计的传感器采集设备相关数据,而这些数据总是发挥不到其价值,最终往往只能存在数据中心,占用更多的IT资源,造成更大的经济负担。近年来,随着大数据技术的发展,人们开始从数据应用的角度重新审视物联网所采集的数据,发现采集数据重点在“准”,而不在“多”。也就是说在搭建物联网环境之前先要考虑数据应用的价值与功能,反推需要采集、分析的数据内容,进而构造出符合实际应用的物联网环境和标准。

众所周知,一般意义上的大数据具有“4V”特征,即Volume——量,即非结构化数据的超大规模和快速增长;Velocity——速度,即实时分析而非批量式分析,数据的产生与采集异常频繁;Variety——多样性,即大数据的异构与多样;Veracity——真实性,即避免数据收集和提炼过程中发生的数据质量污染所导致的“虚假”信息。

而在工业应用领域,大数据应该加两个“V”^[6],即Visibility——可见性,即通过大数据分析使以往不可见的重要因素和信息变得可见;Value——价值,即通过大数据分析得到的信息应该被转换成价值。

2.2 CPS体系下的数据价值体现

CPS不是一项简单的技术,而是一个具有清晰架构和使用流程的技术体系。它能够实现对数据进行收集、汇总、解析、排序、分析、预测、决策、分发的整个处理流程,具有对工业数据进行流水线式实时分析的能力,并在分析过程中充分考虑机理逻辑、流程关系、活动目标、商业活动等特征和要求。因此,CPS是工业大数据分析中智能化体系的核心,CPS的5C^[6]架构如图3所示。

2.3 工业互联网大数据平台架构

基于CPS体系构建工业物理网大数据平台架构,如图4所示。

工业互联网大数据平台整体架构分为三层:接入层、平台层以及应用层。

接入层定义传感器或用户数据接入平台所涉及到的通信协议、网络协议,以及与平台层进行数据交换的传输协议。其中核心组件为物联网网关,负责适配各种网络环境和协议类型,支持各类传感器和智能硬件的接入,解决数据与多种应用平台间的兼容性问题,同时,对各采集节点采集到的数据在局部范围内进行协同处理,并



图3 CPS的5C架构

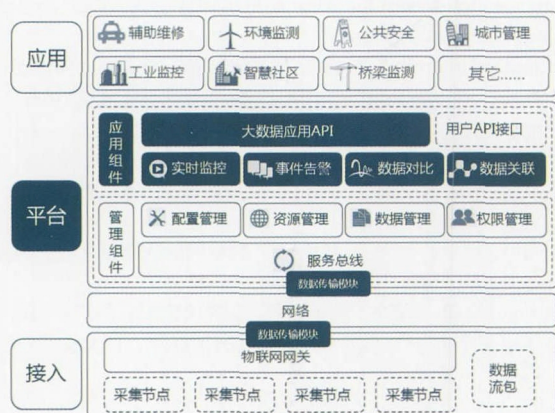


图4 工业物联网大数据平台架构

通过数据传输模块接入广域承载网络。

平台层包括网络、管理组件和应用组件三个部分。网络将来自接入层的各类信息通过基础承载网络传输到管理组件；管理组件为用户提供了一个可视化的系统管理、配置平台，帮助用户快速搭建物联网应用系统的整个体系架构，以及提供支撑整个物联应用系统运行的技术基础，主要体现为快速的数据分析能力和事件处理能力。应用组件为用户提供了一个可视化的数据展现平台，包括实时数据的展现，数据对比、关联等基础性的数据分析结果展现，以及事件告警；应用组件为用户提供各种界定明晰的大数据应用API，方便用户调用或集成，同时提供开放的API接口，实现用户自己定义的应用模块接入平台。应用组件的价值主要体现在为用户提供一个模块化的云服务系统，用户要做的可能仅仅是功能上的集成与剪裁。

应用层即平台功能与实际行业相结合的完整应用系统，平台基于真实的应用案例提供若干典型的应用模型框架供用户直接使用，也提供复杂应用定制的服务。

3 桥梁健康监测及养护平台

目前，大数据已在桥梁工程中得到广泛应用，各政府部门和科研单位都建立了相关桥梁信息库，同时选择在跨海、跨江大桥上建立桥梁健康监测试点。一座跨海或跨江大桥每天产生几十个GB甚至是上百个GB的实时监测数据，但目前的大部分桥梁健康监测系统仅实现了对数据的采集与展现^{[7][8][9]}，怎样用大数据的思维方式去挖掘其价值仍然是个值得讨论的问题。

本文基于工业物联网大数据平台架构搭建桥梁健康监测及养

护平台。每一个桥梁结构在云端的平台上都有个可以实时更新的在线模型，任何监测、检测或其它监测数据都可以在云端或客户端展现，工作人员随时可以获得桥梁的健康状态信息，同时表明桥梁运营过程中的问题并提出决策信息。

3.1 平台架构

基于工业物联网大数据平台架构，搭建桥梁健康监测及养护平台，利用各类传感器采集桥梁环境、桥体状况、交通状况等各类数据信息，监控桥梁有无变形、伸缩、裂缝、渗水等状况，并根据状况给出报警信息，利用大数据技术对桥梁健康状况进行评估，实现对桥梁日常运行情况的监管，为桥梁维保提供决策支持。

桥梁监测内容主要有监测周边环境的风荷载、温湿度设备，监测桥梁结构的结构应力、温度、斜拉索索力、塔顶及主梁位移等设备，以及监测交通路况的地震、结冰等设备，共计12类传感器。一般整座桥梁的监测传感器数量在100个左右。采用统一数据标准的数据采集器，即物联网网关，其一减少整座桥梁数据采集终端的数量，其二统一不同数据传输标准，利于系统扩充。

应用层中，服务支撑子层即工业物联网服务平台的核心功能，对数据进行处理、分析，形成各类事件，以及针对事件的响应策略和方式。数据展示系统以二维地图或对桥梁进行三维建模的方式展示桥梁的状况，包括各类监控数据、报警信息、巡检系统等。根据不同的用户类型对其角色和权限进行定义，包括功能权限及数据权限。系统提供PC终端和移动终端等多种访问方式。

3.2 数据采集系统

在桥梁工程中，数据可以划分为两类，静态数据和动态数据：

1) 静态数据：是对桥梁建立的信息资料库，包括桥型、跨径、材料、简称时间等基本信息，以及桥梁的病害、健康状况评定等相关内容。桥梁基本属性在系统初始化过程中通过软件端配置功能录入，病害及健康状况在系统运营过程保存下来。

2) 动态数据：主要来源于桥梁的施工监控以及运营维护阶段的监测数据，此类数据由安装在桥梁上的实时监测传感器获得，诸如速度传感器、温湿度传感器、风速仪、位移传感器等等。针对不同类型的传感器采用两周数据采集模式：常规模拟信号采集模式以及专用服务器采集模式。

3.3 平台软件

Web端云平台主要由配置管理系统、权限管理系统、监测系统、数据分析系统、告警管理系统构成，如图5。

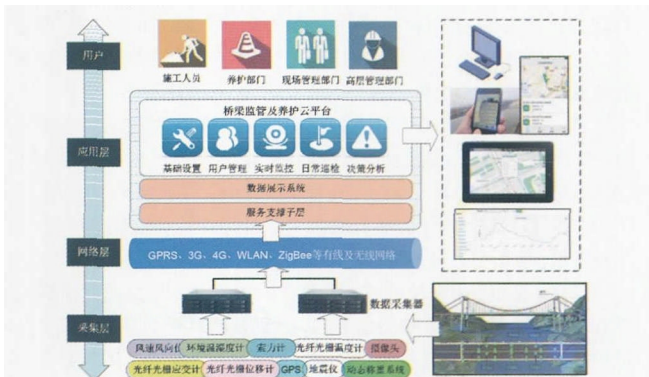


图5 桥梁健康监测及养护平台

1) 配置管理系统:用户通过配置管理系统在云端搭建出与实际桥梁各采集点相对应的虚拟桥梁,包括桥梁配置、数据采集器配置、传感器配置、参数配置。

2) 权限管理系统:为桥梁管理部门、养护部门等不同的机构赋予不同的管理权限,主要有功能权限和数据权限。

3) 监测系统:分为实时监控和历史查询两种方式对环境主题、变形主题、应力/应变主题、振动主题进行监测。

4) 数据分析系统:结合桥梁领域知识对传感器采集和人工采集的各类定量、定性数据进行统一的数据处理分析,按照预警评估模型,得到桥梁安全状态的评估和预警报告。

5) 告警管理系统:结合系统运行期间的综合监控数据和报警信息,查询报警设备的位置及相关信息,启动应急管理流程提示。

3.4 平台应用

本平台以上海市中型桥梁为试点开展应用,平台一期试点主要采集4类数据:环境温湿度、桥梁挠度、应力/应变以及振动数据,在外场设立两个采集工作站,用于采集外场传感器数据。监测数据通过Internet传输至云端监测平台。

4 结束语

无论是德国工业4.0,还是美国工业互联网,都是基于CPS架构体系,通过网络虚拟端的数据分析、建模和控制对实体活动内容的深度对称性管理,CPS是工业大数据分析中智能化体系的核心。本文基

于CPS“5C”架构体系,并结合工业大数据的特征,提出通用的工业互联网大数据平台架构,并基于此架构开发了桥梁健康监测及养护平台,实现对桥梁日常运行情况的监管,为桥梁维保提供决策支持。

参考文献

- [1] (德) 乌尔里希·森德勒/主编, 邓敏, 李现民译. 工业4.0——即将来袭的第四次工业革命[M]. 北京: 机械工业出版社, 2014.
- [2] (美) 通用电气公司(GE) 编译. 工业互联网[M]. 北京: 机械工业出版社, 2015.
- [3] 中华人民共和国国务院. 关于印发《中国制造2025》的通知[Z]. 国发[2015]28号.
- [4] Martin Hankel, Bosch Rexroth, Industrie4.0: The Reference Architectural Model Industrie 4.0(RAMI 4.0) [EB/OL]. VZEI:Die Elektroindustrie, 2015.4.
- [5] Industrial Internet Consortium, Industrial Internet Reference Architecture (Version1.7)[EB/OL]. tech-arch.tr.004, 2015.6.
- [6] (美) 李杰(Lee, J.) 著, 邱伯华等译. 工业大数据: 工业4.0时代的工业转型与价值创造[M]. 北京: 机械工业出版社, 2015.
- [7] 梅文涵, 杨建喜. 基于大数据的桥梁监测信息分类计数研究[J]. 科技创业, 2015(5): 95-98.
- [8] 祖巧红, 张海峰, 徐兴玉, 尹莹. 基于物联网的桥梁健康监控系统设计与实现[J]. 图学学报, 2013,34(5): 7-11.
- [9] 员天佑, 刘金, 李潮水. 基于物联与DDDAS的桥梁监测与损伤评估系统设计[J]. 计算机测量与控制, 2013,21(3): 583-585.

(上接第7页)

先切割拆分,后分析匹配。从内存参数中匹配中文字段名称、字段长度值、域号、数据库表字段,检查字段中字符是否符合仅数字/仅英文字符要求,检查字符分隔符是否符合要求,写入内存分析报告中。

(2) 行级分析。对整行拆分后字段查找关键域(报文类型域、交易类型码域、商户类型域、服务点条件码域、交易渠道域),并根据上述域在参数中匹配交易名称(未匹配上记为未匹配),写入内存分析报告中。

(3) 文件级分析。所有行分析结束后,按照每笔交易本金及其借贷关系方向、手续费及其借贷关系方向,分别进行轧差分析,按照交易名称一致性进行统计分析,写入内存分析报告中。

3) 结算类文件分析方法。获取首位三个字符的交易类型码,从该文件类型参数中查找该交易码,查找则将该交易类型码写入内存分析报告中,并继续从文件中获取四个字符的16位位图,并进行二进制转换。对二进制中为1的段位,从参数中获取对应字段参数格式信息进行从文件中拆分。拆分完,重复上述步骤。

(1) 字段级分析。按照段位图对应的字段格式参数信息(包括字段中文名称,字段长度及字符属性要求,报文域号),对字段进行先切割拆分,后分析匹配。从内存参数中匹配中文字段名称、字段长度值、域号、数据库表字段,检查字段中字符是否符合仅数字/仅英文字符要求,检查字符分隔符是否符合要求,写入内存分析报告中。

(2) 文件级分析。按照写入内存中的每笔交易本金及其借贷关系方向、手续费及其借贷关系方向,分别进行轧差分析,按照交易类型名称一致性进行统计分析,写入内存分析报告中。

通过上述对流水文件的识别、分析,引入技术规范定义等匹配拆分,实现对流水文件中的交易翻译,并完成各项交易费用的对应轧差。

3 总结

本文所提出的银行卡流水文件分析系统,经过对众多技术人员和业务人员使用情况的跟踪,系统运行稳定,性能良好,各项指标均达到原来的设计目标。系统对本地文件的处理速度大约10万笔/秒,对远程文件的处理速度大约3.8万笔/秒,符合正常条件下对银行卡交易流水的使用及分析用途。

已申请《一种文件类型识别分析方法及系统》《一种可配置并按文件类型自动识别查询条件与显示字段,及生成可二次处理文件的工具或系统》《一种用于银行卡流水文件交易查询与统计的动态定位方法及系统》共三项技术发明专利。作为卡组织服务于成员机构的一项辅助工具,有效提升了技术及业务的对账、分析等工作,得到了各方的好评。后续,还将在此基础上,不断优化和叠加更多功能,进一步加强创新,提升基于流水文件处理的效率和质量。

参考文献

- [1] [美]Michael Pinedo. 调度:原理、算法和系统(第2版)[M]. 清华大学出版社, 2005-10:102-109.
- [2] 中国银联股份有限公司. 中国银联银行卡联网联合技术规范V2.1[S]. 2014-6-30.
- [3] 中国银联股份有限公司. 中国银联银行卡交换系统技术规范2014. A[S]. 2014-6-30.