

基于数据主权的洗衣机智能衣物检测系统

谢海琴, 杨雯, 肖琳

(海尔数字科技(上海)有限公司, 上海 200000)

摘要: 互联网、大数据等新一代信息技术带来了家电行业的转型, 家电智能化成为大势所趋, 极大地方便了人们的生活。但与此同时, 人们对于数据隐私、数据滥用的担忧日益显现。数据所有者在数据采集和使用过程中可视、可控的数据主权理念日益凸显。如何在确保数据安全的前提下, 使数据价值最大化, 获得越来越多的研究关注。以洗衣机智能衣物检测为例, 探讨如何通过数据空间技术手段构建安全的体系结构, 实现数据主权下的信息共享和使用, 使消费者在确保数据安全的前提下, 充分享受数据带来的便利。

关键词: 数据主权; 数据空间; 机器学习; 智能检测

中图分类号: TP393

文献标识码: A

DOI: 10.19358/j.issn.2096-5133.2022.04.002

引用格式: 谢海琴, 杨雯, 肖琳. 基于数据主权的洗衣机智能衣物检测系统[J]. 信息技术与网络安全, 2022, 41(4): 11-17.

Intelligent clothing detection within a washing machine based on data sovereignty

Xie Haiqin, Yang Wen, Xiao Lin

(Haier Digital Technologies(Shanghai) Co., Ltd., Shanghai 200000, China)

Abstract: New generation information technologies including the Internet and Big data have brought the transformation of home appliance, intellectualization, which has made people's life more convenient, has become a trend. At the same time, people become worry about data privacy and data abuse. How to maximize the value of data while ensuring data security has attracted people's attention. Taking intelligent clothing detection within a washing machine as an example, this paper discusses how to build a secure architecture through technologies of data space, so as to realize information sharing and data use under data sovereignty, and enable consumers to fully enjoy the convenience brought by data on the premise of ensuring data security.

Key words: data sovereignty; data space; machine learning; intelligent inspection

0 引言

近年来, 伴随着人工智能、物联网、大数据等新一代信息技术的不断突破, 家电行业逐步向自动化、智能化的方向转变^[1]。从发展阶段看, 逐步从智能单品向智能互联演进, 开放共享已逐步成为共识。与此同时, 随着大数据、机器学习等技术的快速发展, 基于机器学习与数据分析的客户需求洞察使家电智能化进入新阶段。

然而, 从谷歌因侵犯用户隐私被多州起诉, 欧盟监管部门对 Facebook 将欧盟用户数据传回美国案开出 28 亿美元罚单, 到 Amazon 被曝违规收集和使用用户个人数据, 自动化数据处理的发展使得大量

数据快速传播, 必须考虑与个人数据有关的隐私保护问题^[2]。数据安全问题一再引发公众的关注与讨论, 在一定程度上, 也成为了影响消费者购买意愿的因素。相比较于现代技术带来的便利化, 越来越多的人开始关注数据主权, 希望确保对其自身数据采集和使用过程中的知情权、自主决定权和控制权。

洗衣在日常家务中占有很大比重, 是家庭中最大的能源、时间和金钱消耗之一, 洗衣机智能化可为消费者带来更好的洗衣体验。本文以洗衣机智能衣物检测为例, 探讨数据主权下的数据互联与共享, 以期在家电智能化进程中的数据主权保护研究

与实践提供参考。

1 研究背景概述

网络技术和通信技术的成熟和广泛应用、信息化水平的不断提高、互联网基础设施和技术条件的日益完善,以及用户对高水平的家电的需求,为智能家电的迅猛发展提供了必要的条件。

洗衣机等家电产品属于耐用消费品,更换周期较长。近年来,洗衣机行业整体规模保持平稳,增长主要来源于更新换代的需求。倍速时代,用户越来越追求健康、高端、精致与节能,科技创新也推动了产品结构向高端化发展,免清洗、自动投放、智能产品的自主研发取得了显著成果。

根据《中国智能洗衣机市场全景调研分析及发展前景预测咨询》,洗衣机的智能化可分为两个层次,一个是产品层次,一个是交互层次。产品层次主要表现为利用传感器、算法等对衣物重量、材质,水质,污渍等的识别与判断,交互层次主要在于利用数据交互与机器学习,减少用户思考,提升用户体验。

全国家用电器工业信息中心监测数据显示,洗衣机线下市场均价由2020年7月的3300元左右上涨到2021年下半年的3800~4000元,均价的上涨,部分原因来自原材料,更大的动力来自于结构优化。此外,2021年前三季度线下洗衣机5500元以上的中高端市场,销售份额较上年同期合计增加了7.5%,更是体现了用户更新换代的实际诉求。

根据奥维云网(AVC)洗衣机年度总结,2021年全渠道零售额为766亿元,同比增长7.3%,零售量为3718万台,同比增长0.8%。以WiFi控制、近场通信技术(NFC)、智能投放为卖点的智能洗涤受到市场青睐,消费者过往的单纯的洗涤需求已经逐渐演变为“洗+烘”与“洗+烘+护”,洗涤产业的规模正在不断扩大,洗衣机市场高端化趋势显著。

智研咨询发布的《2019-2025年中国洗衣机行业市场全景调查及投资方向研究报告》显示,2017年我国智能洗衣机市场规模为265亿元,2018年约为361亿元,未来将有越来越多的洗衣机企业提供差异化的产品和服务,以便更好地满足消费者需求,预计到2025年,我国智能洗衣机产品销售规模将增长至919.2亿元。

在大数据分析推动数字化转型的今天,随着用户对生活品质的追求不断提高,洗衣机行业潜力巨大。

与传统洗衣机相比,智能洗衣机可以给人们带来前所未有的体验,不过,数据采集、分享和使用往往由服务提供方独立完成,消费者难以拥有知情权,个人数据的不可控逐渐导致信任的缺失,由此产生的担忧最终超过智能化带来的便利,使消费者不愿意分享数据。为了克服这种信任缺失,必须采取行之有效的措施,确保在数据收集和使用过程中用户的数据主权,并对用户的数据隐私负责。

2 系统概述

2.1 功能简介

数据主权要求数据所有者可完全控制其数据,相对来说是一个较新的研究领域,在该领域,欧洲起步较早,欧共体及欧盟自1970年起实施数据处理方面的统一政策^[3]。IDSA(国际数据空间协会)是德国的非政府组织,为世界首个、最大的关注数据主权的国际化联盟,拥有132家成员,遍布22个国家。IDSA旨在建立一个安全、主权的数据交换系统,以便所有参与者都可在其中实现其数据的全部价值^[4]。

IDSA制定了一个用于运行数据空间的参考架构IDS(国际数据空间),IDS是一个依托现有标准、技术及在数据经济中广泛接受的治理模型建设的虚拟数据空间,用于在可信的商业生态系统中促进安全、标准化的数据交换和数据链接。IDS为创建智能服务场景、促进跨公司业务流程的创新提供了基础,使数据所有者进行可信的数据交换,从而确保了数据所有者的数据主权。IDS连接器是为方便接入IDS而设计的一个独立的技术组件,该组件用应用程序容器捆绑了包含数据服务的各种数据应用程序,作为进入IDS的网关。IDS连接器需要遵循IDS参考体系结构的相关规则,在可信的数据空间环境下进行数据交换,以确保原数据提供方始终保持对其数据的控制^[5]。

本系统以符合国际数据空间(IDS)的数据主权这一概念作为核心,通过IDS技术,构建一个安全的体系结构,促进参与者与他人共享和使用数据。与此同时,利用COSMOPlat平台搭载运行机器学习算法,不断优化洗涤程序。

用户可以自主添加对洗衣数据的使用要求,规范洗衣机及参与方使用其个人数据,实现在遵守数据隐私的前提下,共享数据和应用服务,通过数据分析不断优化洗涤程序,促进数据驱动的产品和服

务创新^[6]。该系统一方面为用户提供更好的产品体验,另一方面为洗衣机未来的产品创新提供数据洞察力,实现各方共赢的效果。

2.2 系统构成

本系统基于 COSMOPlat 平台,通过实时数据采集与分析,根据洗衣过程中衣物、水况等的变化调节系统,为用户的洗衣机提供持续优化的洗涤程序。在此过程中,由传感器负责收集洗衣机运行时的数据,并将数据传输到 COSMOPlat 进行计算处理,反馈的优化洗涤程序再重新应用于洗衣机。整个过程中的数据传输通过 IDS 连接器完成,确保数据的主权与安全。

本系统由洗衣机、COSMOPlat 平台、传感器、电信供应商、智能 APP 五部分构成,如图 1 所示。这五个模块在物理上是分离的,IDS 技术则起到将它们彼此连接起来的作用,IDS 技术提高了各模块间的安全性和信任度,并允许从传感器模块获取状态消息,同时发出模块反馈的更新信息。五个模块的具体功能如下:

(1)洗衣机配有一个中央处理器来控制机器,同时利用传感器收集数据,并根据系统回传信息为用户提供优化的洗涤程序。

(2)COSMOPlat 平台配有机器学习各种算法和模型,可计算最优洗涤程序。COSMOPlat 的优点是开发了一个允许双边市场匹配供需的平台。通过 COSMOPlat,加强用户和供应商之间在智能制造技术方面的交流,同时可连接不同行业的信息技术和

制造技术,实现大规模定制。

(3)传感器主要负责识别、区分甚至量化液体和固体物质,为数据分析提供基本依据。对洗衣机内衣物成分的自动识别有两种方式:利用 RFID 芯片识别衣物,该芯片集成在服装中,洗衣机通过 RFID 读取器识别并读取衣物材料;对于没有 RFID 芯片的衣物,则利用集成到滚筒中的传感器进行检测。收集到的数据会通过 IDS 连接器传输到洗衣机内部的处理单元,进行分析处理。

传感器还定期提供机器内衣物的相关信息。一方面,提高了衣服的检测率;另一方面,后添加到洗衣机的衣服也会被检测到。此外,在此期间可随时调整洗衣程序。所有组件和参与方均使用 IDS 连接器相互通信,以确保各方的数据安全和数据主权。

(4)电信供应商支持 COSMOPlat 与传感器间、企业与企业间、国内国外间的无缝数据传输与数据交换。

(5)智能 APP 可方便用户随时查看数据、调整设置。用户可使用智能 APP 连接到系统,参与整个过程。用户直接与洗衣机中的 IDS 连接器交互,可实时查看洗涤进程及数据情况,操作界面方便用户随时设置、更改系统控制及数据管理规则。一方面,用户可对洗衣机的节能信息一目了然,另一方面,可随时设置对洗衣机收集数据的使用策略。

IDS 建立了一个可信的数据主权网络,在这个网络中,各参与方可以控制自己的数据,同时开放对他人的数据使用权。为使数据只能通过 IDS 进行

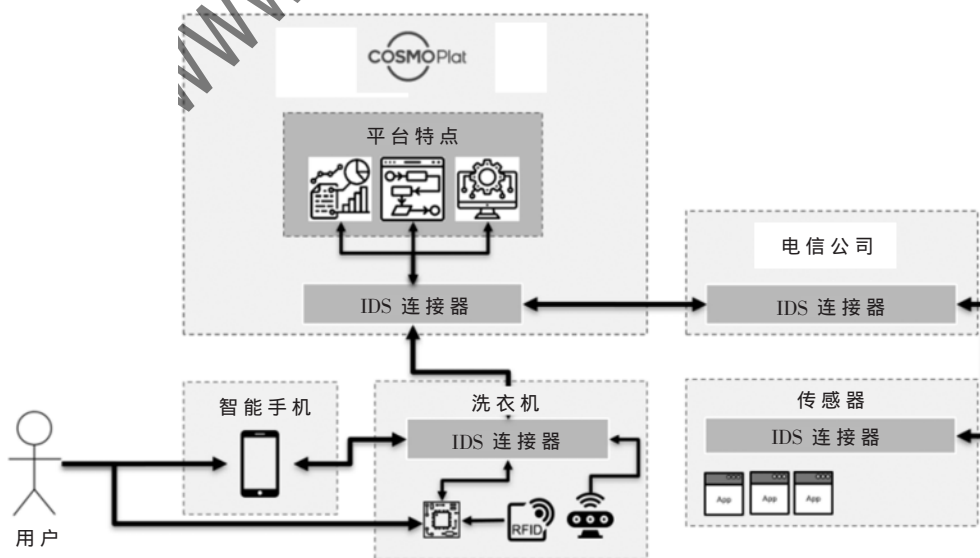


图 1 系统概览

主权交换,会提前附加包含条款条件的元数据。通过 IDS,个人用户数据可共享,用来制定个人和可持续的洗涤计划。IDS 连接器严格按照选定的使用策略执行,保证数据交换过程中的数据主权。

系统结构对部分技术及组件构成有一定的前提要求,具体情况如表 1 所示。

2.3 系统运行机制

洗衣机中有处理单元,可随时更改每个洗涤程序参数(温度、转速等);洗衣机中内置传感器,用以检测衣物的构成。

COSMOPlat 平台中有定期训练的机器学习模型,该模型基于传感器收集到的数据,不断优化洗涤程序,如图 2 所示。

洗衣机可随时向 COSMOPlat 发出指令,要求新的、优化的洗涤程序。

用户可使用智能手机 APP 连接洗衣机中的 IDS 连接器,对洗衣机内收集的、要发送到 COSMOPlat 的数据设置数据规则。

系统在实际运行中可分为几个场景,如表 2 所示。洗衣机载有传感器和 IDS 连接器,两者可相互

表 2 系统场景构成

名称	说明
新洗涤程序	处理单元通过 COSMOPlat 发出新洗涤程序需求指令
状态信息	洗衣机中的传感器模块发出状态信息,进行评估
传感器模块更新	向洗衣机相应的传感器模块发送指令,完成更新

通信。如图 3 所示,传感器采集到的新数据都将汇集到洗衣机处理单元,由处理单元检查判断是否出现重大变化,如果没有,则该场景结束,否则通过 IDS 将收集到的数据发送到 COSMOPlat,由 COSMOPlat 平台计算新的洗涤程序,并通过 IDS 连接器发回洗衣机,由处理单元接收、应用新的参数。

如图 4 所示,洗衣机内的传感器模块向供应商发送状态信息,状态信息通过不同组件的 IDS 转发,直至到达供应商,场景结束。

供应商向洗衣机内的传感器模块发送传感器更新的信息。不同组件通过 IDS 转发更新情况,直至到达洗衣机,如图 5 所示。洗衣机接收更新并将

表 1 系统需求

名称	说明
IDS 技术	所有组件可通过 IDS 连接器互相通信,且所有组件均通过 IDS 认证
RFID 技术	洗衣机需配备 RFID 读取器,以便读取衣物数据
机器学习模型	COSMOPlat 平台具备机器学习的多种算法和模型,可计算出最优洗涤程序
传感器	无 RFID 衣物或 RFID 受损时,需使用传感器进行数据采集
电信供应商	支持不同公司间的数据传输

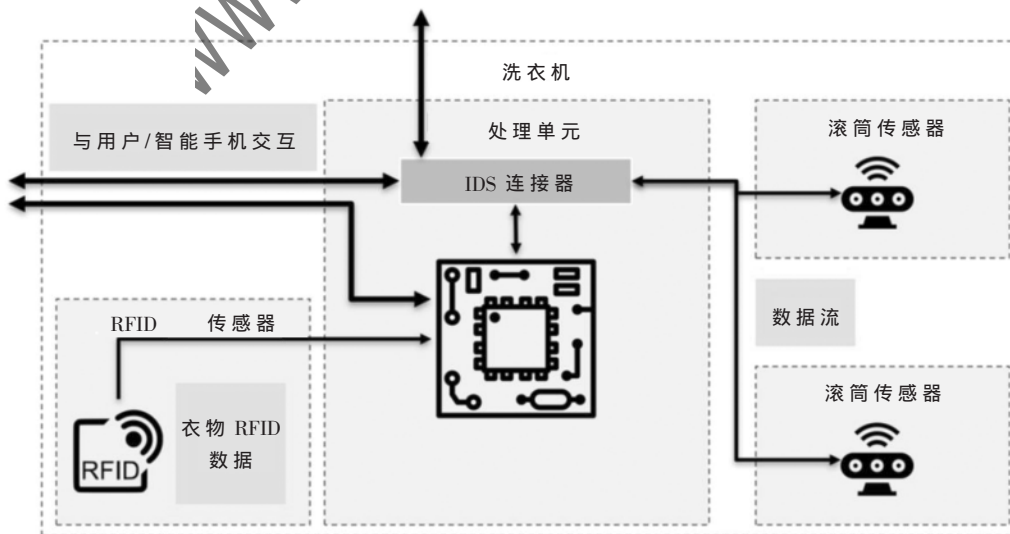


图 2 系统运行机制

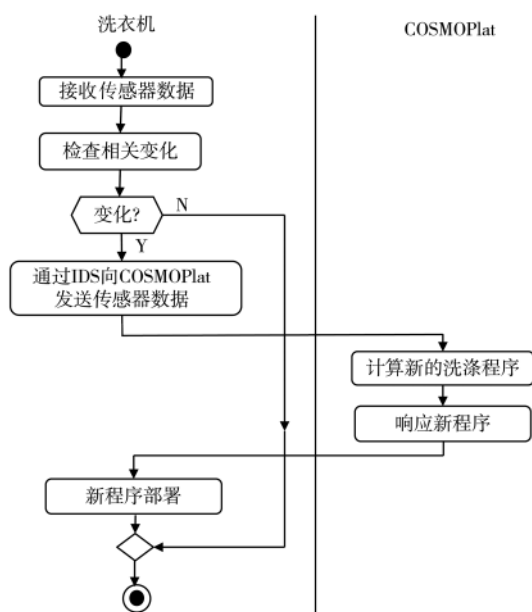


图3 洗衣机数据处理

其转发到相应的传感器模块,场景结束。

本用例中的每个组件都使用IDS连接器,以确保跨组件的数据主权。洗衣机内收集到的数据是用户数据,为了确保数据主权,用户可以通过智能APP连接洗衣机,自行决定与COSMOPlat共享哪些数据,整个系统的运行将严格按照该规则执行。

传感器供应商可提供必要的硬件、软件和服务,传感器可以识别、区分甚至量化液体、粉末和固体复合材料。这些数据汇总到COSMOPlat,利用机器学习优化洗涤程序,实现洗衣机的最优化使用,同时

更好地保护衣物,延长衣物使用寿命。

整个系统的正常有序运行,对组件及相关构成有一定的要求。首先,本系统主要基于现有技术,如IDS连接器等,该技术已相对成熟,可减少故障,缩短实施和维护的时间。第二,为实时显示清洗程序的状态,所有组件间的连接通信均为低延迟。第三,整个过程确保数据主权,保护所有参与方和用例组件的数据安全,确保收集的数据不被滥用。第四,传感器精准度高,可保证数据的准确性。第五,固件升级方便,COSMOPlat中的算法和模型及洗衣机和传感器方便调整和扩展。

对于用户而言,自动化的洗涤程序大大节省了时间、水电能源和投入成本,免去了阅读使用说明、确定洗涤剂用量、选择合理洗衣程序等过程,减少了时间上的投入,同时可以更好地保护衣物,从而带来全新的洗衣体验。

2.4 用户隐私数据保护机制

本系统建立了一个安全、可靠、以用户数据隐私保护[7]为核心的平台,确保在符合数据保护相关法规与政策及保证用户数据主权的前提下,进行安全有序的数据通信[8],支持跨组织的联邦学习,充分挖掘数据的价值。本系统从硬件安全、软件安全、应用程序隔离、认证管理及执行控制各个方面全方位确保系统整体架构的安全性,以组件认证证书、TPM、HSM等硬件安全技术、容器技术、软件安全认证、部署资源控制等技术为支撑,减少用户对数据安全问题的担忧。

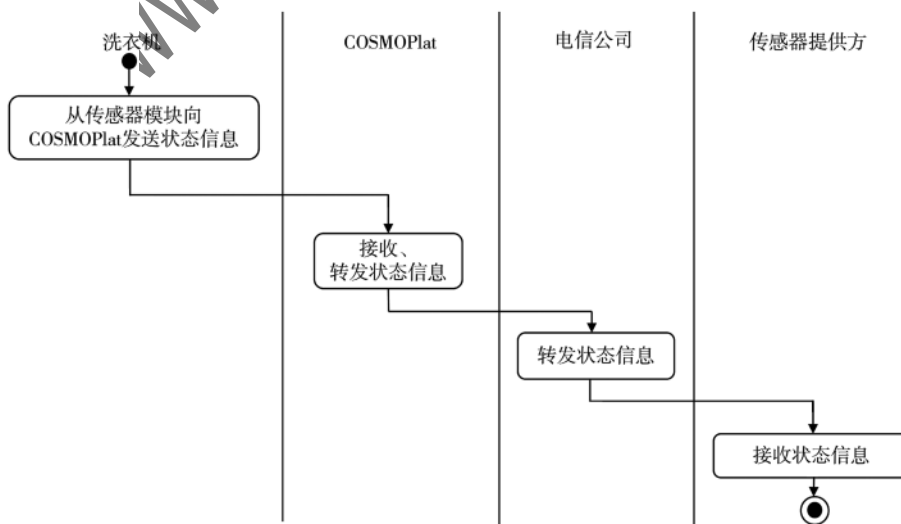


图4 传感器提供方—供应商信息流动

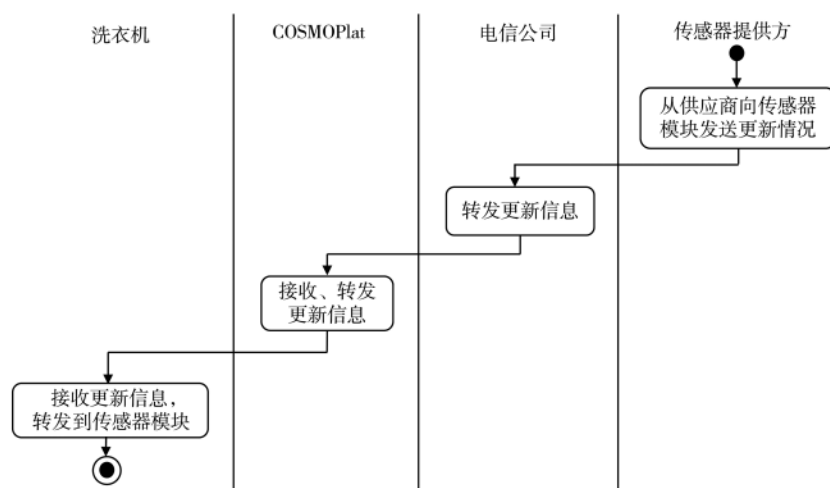


图5 传感器提供方—洗衣机信息流动

本系统主要从以下几个层面保证其运行过程中对数据安全性的监管:

(1) 数据保护

系统采用同态加密技术保护用户元数据。数据可进行本地化部署,保证原始数据不出域、数据可用不可见,以确保用户对数据的控制权。系统基于隐私保护技术进行机器学习,同时在联邦学习环境中使用可扩展算法,可根据用户需求提供定制化隐私模式设定。

(2) 通信安全

系统将从两个层面确保通信阶段的数据安全:端对端加密和端对端授权。系统无开放接口,各组件仅可通过IDS连接器进行通信,确保严格的数据管理与控制,进而保证用户的数据主权。与此同时,在系统运行过程中,将进行全流程通信加密,在共享信息数据的同时,确保通信信息的数据主权和信息的完整性。

(3) 身份管理

在运行前,系统将对每个参与者的身份进行认定,用于通信时的身份验证与管理。在系统运行过程中,将对各个参与方进行动态身份识别,有效防止第三方侵入,并避免以此造成的数据泄露,减少用户对于数据不可控的担忧。

(4) 信任管理

建立可信的平台系统环境是进行可信数据交换的前提。数据交换需要确保遵守相应法律法规及统一的数据管理规范,各参与方就安全配置文件等达成共识,以此建立各参与者间的信任。IDS连接

器带有安全协议和安全配置文件,便于通信过程中各参与方的相互验证,以确保整个流程遵守相关法律法规,并符合用户关于数据使用和控制的设定。

此外,系统采用区块链等技术,确保流程可追溯,进一步加强平台对数据全流程的监管,从而巩固运行环境的安全等级。

(5) 访问和使用控制

系统将严格控制数据访问,该控制是强制性的,可最大限度地减少第三方的恶意攻击及数据泄露。同时系统支持将数据使用政策规范附加到数据集,定义接收数据的连接器需要履行的义务,并在数据生命周期中强制执行。通过这样的方式,即使是数据提供者已经发出的数据,也可以通过数据追踪,了解数据后续的情况,有效控制数据的使用。

在实际运行过程中,系统将从业务层、流程层、信息层、系统层四个层次推动数据的安全保护。在业务层,系统会对角色、权限及潜在的业务流程进行定义,以便规范数据的使用。流程层主要制定新的流程及调整现有流程,设定可信标识和身份验证、部署公钥证书等,确保在上传数据之前,数据已全部经过可信实体的验证。信息层促进各参与者能够使用共同的词汇和语义,通过所有参与者都能理解的方式表达访问和使用控制策略。系统层主要由IDS连接器完成,系统将确保全部通信通过连接器完成,可信的连接器也是实现整个系统数据安全保护的基础。

3 系统优势与不足分析

3.1 系统优势分析

对于用户来说,洗衣机的智能化将极大节约人力、物力成本,一方面,降低人们在洗衣方面的时间与精力投入,将人们从家务中解放出来;另一方面,通过数据计算与分析,促进用水量、洗涤剂用量、洗衣机运行模式的精准化,避免不必要的浪费,节约资源,减少碳足迹,就环境保护方面来说,随着国家对环保的日益重视及人民环境意识的逐步提高,智能化、低能耗的家电更符合时代潮流和人们的期望,绿色环保系统也符合“双碳”战略目标。此外,基于数据制定的洗衣程序可更好地护理衣物,延长衣服的使用寿命。

个性化的服务提升了产品本身对用户的吸引力,为洗衣机行业注入了新的生机,可提高用户的品牌忠诚度,也为制造商提供了新的盈利渠道和商业模式。

对于洗衣机制造商而言,数据驱动的创新是数据驱动型组织的关键,依靠数据收集和数据分析,是开发产品和服务的基础。数据创新可不断衍生新的商业模式,促进新的产品变革,持续实现未来价值。

对数据交换而言,随着经济的发展和国际交往的日益密切,不同经济区域间的双边乃至多边数据交换需求与日俱增,数据的跨部门交换、跨公司交换、跨国交换不可避免,本系统的应用也有助于实现数据主权下的无摩擦通信。

3.2 系统不足

本方案为智能家居产品的数据主权保护提供了一个参考,但仍需在实践中不断优化与完善。

首先,整个系统的运行交互过程中可能出现故障或不当运行,进而导致错误的结果。比如错误的传感器数据,会导致后面的计算错误;COSMOPlat 的模型和算法也可能生成错误的参数。为避免此类问题的发生,建议在处理单元或 COSMOPlat 中添加验证机制,方便检测故障数据。

其次,该系统的前提是用户愿意共享自己的数据,必须设定默认的使用策略,并根据用户的要求持续更新完善,系统的成功运行要求用户可通过智能手机应用程序设置使用策略,完全控制自己的数据。

最后,开发该系统需要合理的时间计划与安排,

包括收集用户和体系结构的需求、实现体系结构和组件集成、概念验证和测试平台、转产、产品推出等,其中的某一模块可能需要进一步研究,并根据实际情况不断修改完善,持续迭代,以达到最优效果。

4 结论

数据主权是一个相对较新的研究领域,通过 IDS 技术,可以构建一个安全、透明的体系结构,在确保数据主权的前提下,使参与者与他人共享和使用数据,在更大程度上发掘数据的价值。本文中提供的体系结构在洗衣机清洗过程中共享数据和应用服务,通过在 COSMOPlat 上运行的机器学习算法,不断优化洗涤程序,与此同时,用户可以制定数据的使用策略,最大程度上保证其数据主权。

本文以洗衣机智能衣物检测为例,探讨智能家电使用过程中的数据隐私问题,希望为家电智能化过程中的数据主权保护提供参考。

参考文献

- [1] 张侠丹.中国智能家居行业研究[J].未来与发展, 2021, 45(12): 14-19.
- [2] 邓崧,黄岚,马步涛.基于数据主权的数据跨境管理比较研究[J].情报杂志, 2021, 40(6): 119-126.
- [3] 张金平.欧盟个人数据权的演进及其启示[J].法商研究, 2019, 36(5): 182-192.
- [4] European Commission. A European strategy for data[R]. 2020.
- [5] Fraunhofer - Gesellschaft. Industrial data space: digital sovereignty over data[R]. 2016.
- [6] 马建光,姜巍.大数据的概念、特征及其应用[J].国防科技, 2013, 34(2): 10-17.
- [7] 颜祥林.网络环境下个人信息安全与隐私问题的探析[J].情报科学, 2002, 22(9): 937-940.
- [8] 汤啸天.网络空间的个人数据与隐私权保护[J].政法论坛, 2000, 22(1): 10-14.

(收稿日期: 2022-03-11)

作者简介:

谢海琴(1974-),女,硕士,高级工程师,主要研究方向:工业互联网、数字孪生、智能制造和数据安全。

杨雯(1983-),女,硕士,工程师,主要研究方向:工业互联网、数字孪生、智能制造、数据空间、区块链。

肖琳(1989-),女,硕士,助理工程师,主要研究方向:工业互联网、数据安全和数据治理。

版权声明

经作者授权，本论文版权和信息网络传播权归属于《信息技术与网络安全》杂志，凡未经本刊书面同意任何机构、组织和个人不得擅自复印、汇编、翻译和进行信息网络传播。未经本刊书面同意，禁止一切互联网论文资源平台非法上传、收录本论文。

截至目前，本论文已经授权被中国期刊全文数据库（CNKI）、万方数据知识服务平台、中文科技期刊数据库（维普网）、JST 日本科技技术振兴机构数据库等数据库全文收录。

对于违反上述禁止行为并违法使用本论文的机构、组织和个人，本刊将采取一切必要法律行动来维护正当权益。

特此声明！

《信息技术与网络安全》编辑部
中国电子信息产业集团有限公司第六研究所