

物联网的兴起是信息技术高速发展的必然,是互联网发展到一定阶段的产物。物联网的核心点是**把物联到网络上**,形成一个庞大、智能的网络,所有的物品都能够远程感知以及远程控制。物联网发展的下一步是继续加强与可穿戴设备、AR/VR、人体增强、人工智能、机器人、无人机、3D 打印、区块链等的结合,实现物联网+。物联网通过各种传感设备感知世界,通过可穿戴设备与人互联,通过 AR/VR 呈现数字内容,通过人工智能辅助分析,协助人类判断,并下达人类指令,通过人体增强、机器人、无人机实施,通过 3D 打印远端实现,通过区块链实现颠覆性架构,兼顾公平性、安全性。信息传输由物联网实现,实施操作由远端 3D 打印、机器人、无人机等实现。远端机器人无人机可以由 4D 打印(3D 空间实物+一维时间完成一个动作来执行命令)实现。可穿戴设备有两个层面,一个是感知人体参数,另外一个获取人的指令。我们可以看到物联网+就是替代手机的未来形态,这种未来形态不仅完成人与人之间、人与物之间、物与物之间的信息传递,还完成远程动作、物理世界的创造、改造、实现。

5.1 物联网 + 可穿戴设备

孩子出去玩怕丢? 工作忙没时间体检? 未来智能穿戴设备帮助解决。

5.1.1 可穿戴设备简介

可穿戴设备是能穿在身上的设备,可以穿在人、动物以及一切物品上,能感知、传递和处理信息的设备,融合了多媒体、无线通信、微传感、柔性屏幕、GPS 定位系统、虚拟现实、生物识别、人工智能等最前沿的技术,通过与大数据平台、智能云平台、移动互联网的结合,对信息进行随时随地的搜集、处理、反馈和共享。

可穿戴设备涉及生活中的方方面面,娱乐、儿童监护、老人监护、健康监护、智能家居等各个领域,是基于移动互联网高性能、低功耗特点的智能终端设备,借助各种传感器,与人体及物体产生信息交互,搜集数据。

根据主要功能智能穿戴设备产品划分为医疗健康类、体感控制类、信息资讯类和综合功能类等。医疗健康类的设备有体测腕带及智能手环,主要消费人群为大众消费者;体感控制和综合功能类的设备有智能眼镜等,消费人群以年轻人为主;信息咨询类的设备有智能手表,主要消费人群为大众消费者。

根据产品的形态又可以分为头戴式、身着式、手戴式、脚穿式等产品。

随着社会上智能穿戴产品越来越丰富,越来越多样。单一领域的智能穿戴产品将来会与其他智能硬件产品结合,各个公司及企业会根据用户的实际需求来生产更加丰富多彩的产品,从而带来更符合用户需求的智能体验。

智能穿戴设备涉及的技术范围较广,有传感技术、显示技术、芯片技术、无线通信技术、数据计算处理技术、电源续航技术、数据交互技术等。

1. 传感技术

传感技术用来完成生理监控(如心率、血压、血氧、血糖、脉搏、睡眠质量等)、环境感知(如温度、湿度、电压、光强、空气质量、位置和压力等)、语音检测识别、手势辨别、眼球追踪等。应用较多的传感器类型有气敏传感器、光敏传感器、声敏传感器、化学传感器等。

2. 显示技术

在智能穿戴设备中的常见显示技术包括薄膜电体液晶显示器、主动式矩阵有机发光二极管、有机发光二极管、发光二极管与电子纸等。下面介绍三种主要的穿戴式显示技术。

(1) 微型显示:如硅基液晶,微机电系统/数位光源处理、激光扫描等。

(2) 柔性显示:可弯曲的柔性屏幕。

(3) 透明面板:透明显示已应用于公共看板与橱窗等,提升穿透率与解析度即可应用于个人穿戴。

3. 芯片技术

智能穿戴设备芯片可以分为三类。

(1) 以现有手机处理器为核心的芯片:优点是有效利用自己已有平台加速开发,制作的芯片功能很强大。

(2) 基于单片机(MCU)的产品。

(3) 专门针对智能穿戴设备的芯片,如 Intel Intel Edison 双核芯片,一部分支持安卓系统,另一部分则支持实时操作系统。

4. 操作系统

智能穿戴设备采用的操作系统主要有三类。

(1) 嵌入式实时操作系统(RTOS):具有功耗低、任务单一的特点。

(2) 基于 Android 平台进行修改的操作系统。

(3) 专有操作系统。

5. 无线通信技术

智能穿戴用户与用户、智能穿戴设备与其他电子设备之间的数据通信以及信息共享比较适合采用低功耗的短距离无线通信技术。采用的无线通信技术主要有 WLAN、Bluetooth 等,其数据的同步采用私有协议。很多手机内置 Bluetooth 功能,可穿戴设备可通过 Bluetooth 与智能手机相连;可穿戴设备中的数据通过 Bluetooth 发送到智能手机,不会消耗太多电量。智能穿戴设备也可以通过 3G、4G、5G 等移动通信技术进行数据传输。

6. 数据计算处理技术

人机交互包括文字显示、数据分析、语音反馈、虚拟影像等都经过内容运算系统分析,增强现实(Augmented Reality,AR)、虚拟现实(Virtual Reality,VR)、AR 结合 VR 的混合现实(Mixed Reality)等各种现实内容计算和大环境感知分析,各种测量分析计算如血压、血

氧、心率、脉搏都需要数据计算处理技术。云计算、大数据等相关数据处理技术,可以将智能穿戴设备采集的数据及时、准确地发送到数据库,通过数据库中数据进行有效统计和分析,为用户提供建议。

7. 数据交互技术

智能穿戴设备的价值主要体现在软件和数据服务功能上。智能穿戴设备与云平台的交互方式分为两种:一类是智能穿戴设备具备通信能力,直接与云平台交互;另一类是可穿戴设备不具备通信能力,通过手机与云平台交互。

8. 电源续航技术

各种智能可穿戴都需要解决电源续航时间问题。主要的解决方法有:一是减少芯片、屏幕及终端互联等功耗,从总体性能与功耗之间找到平衡点;二是继续增加电池容量或找到新的储电材料;三是通过无线充电、快速充电、太阳能和生物充电等技术缓解该问题。

5.1.2 可穿戴设备的主要产品

1. 智能头盔

骑行佩戴智能头盔,除了安全还能提供更多数字服务。

Morpher 是世界上第一款折叠式骑行头盔,如图 5-1 所示,折叠之后只有一半大小。它可以快速简单地折叠和展开,折叠后放入背包不占很多空间,骑行的人佩戴 Morpher 头盔会大大降低意外时受到伤害的概率。

Morpher 头盔的制作工艺复杂,涉及 6 种不同的材料和组件。

Coros 的 Linx 智能头盔如图 5-2 所示,可以通过 Bluetooth 与手机上的 APP 相连,从而可以进行语音控制音乐播放、拨打电话、导航等操作。这个头盔的骨传导传感器被安置于两侧的调节带上,可随时进行位置上的调整以便于耳朵更好地接收声音。在车把手上还装有一个无线遥控器,可以手动负责电话接听、调节头盔音量以及进行骑行轨迹追踪。



图 5-1 Morpher 头盔



图 5-2 Linx 智能头盔

还有人发明出了用于抗雾霾的智能头盔,采用“风幕”技术,实现人脸周边空气的有效净化。

2. 智能眼镜

智能眼镜是拥有独立操作系统,通过人的眨眼、点头、摇头等动作实现导航、好友互动、拍摄照片、视频等功能。通过移动通信网络直接接入互联网,还可直接实现计算机操作。通过 AR 技术来控制家庭中的物体,凭借视觉识别、射频、红外线、Bluetooth、大数据分析、云计算来实现健康监测、安全提醒等功能。

智能眼镜的应用主要集中在如下领域。

1) 医学领域应用

将智能眼镜与 AR 结合,可以构建出患者虚拟的 3D 身体模型,高清晰地显示出患者的内脏、皮肤、血管、组织等关键性结构,这样在一些危急的患者的外科手术中可以大大减少手术的失误。病例数据显示在智能眼镜的电子屏幕上,可以正确高效地同步患者病历信息,对症下药病。智能眼镜还可用在医学领域的远程监控手术过程,在遇到疑难杂症的时候能得到实时的帮助和分享。

2) 航空领域应用

在航空领域用上智能眼镜后,利用人脸识别技术实现快速登机,佩戴的智能眼镜可以记录个人喜好和生活习惯,可以享受到更贴心的服务。英国维珍航空公司已经开始运用 Google 眼镜来为 VIP 乘客服务。飞行员也可以利用智能眼镜来有效控制在模拟器上训练时的反应,从而提高操作安全系数。

3) 工业领域应用

随着汽车功能越来越多,零部件也越来越复杂,修理起来也越来越困难。宝马公司开发了一款专用智能眼镜,可以向维修工显示故障车辆的维修操作,甚至该拧哪个螺丝都会显示出来。只要维修工带着这款智能眼镜,就可以按步骤轻松完成修理,这款智能眼镜甚至不需要他们有任何的修理经验。

4) 客服领域应用

配置智能眼镜,可以将现有的物品数据统一同步到智能眼镜的存储系统中,客人就餐时能够看到虚拟的菜单,还能够通过呼叫按键呼叫服务人员,即便没有服务人员在周围,他们也能够通过平板电脑与服务员建立远程视频服务。你只需要向你的眼镜发出命令,就能得到即时反馈。大大优化了客户体验。

下面是几款智能眼镜。

Google 眼镜如图 5-3 所示。它是由 Google 公司于 2012 年 4 月发布的一款“拓展现实”眼镜,它具有和智能手机一样的功能,可以通过声音控制拍照、视频通话和辨别方向,以及上网和处理文字信息等。Google 眼镜主要结构包括在眼镜前方悬置的一台摄像头和一个位于镜框右侧的宽条状的计算机处理器装置。镜片上配备了一个头戴式微型显示屏,它可以将数据投射到用户右眼上方的小屏幕上。显示效果如同 2.4m 外的 25in 高清屏幕。有一条可横置于鼻梁上方的平行鼻托和鼻垫感应器,鼻托可调整,以适应不同脸型。在鼻托里植入了电容,它能够辨识眼镜是否被佩戴。根据环境声音在屏幕上显示距离和方向,在两块目镜上分别显示地图和导航信息技术的产品。Google 眼镜内存 682MB,操作系统是 Android 4.0.4,版本号为 Ice Cream Sandwich,CPU 为德州仪器的 OMAP 4430 处理器。音响系统采用骨导传感器。网络连接支持 Bluetooth 和 WiFi。总存储容量为 16GB。

微软开发的 HoloLens 智能眼镜如图 5-4 所示。这款眼镜在 2015 年 1 月份发布,

HoloLens 属于 MR 的范畴,它能够实现全息影像和真实环境的融合。



图 5-3 Google 眼镜



图 5-4 HoloLens 智能眼镜

它采用头戴式圆环结构,从正面上看,HoloLens 前面是一块塑料材质的弧面有色保护膜,有助于减少强光对成像的干扰,同时保护护目镜后边的光导全息透镜。在参数配置方面,HoloLens 采用的是微软定制的全息处理单元(HPU)和 Intel 32 位处理器,本身拥有 2GB 的内存和 64GB 的闪存,同时还配置有扩展内存。HoloLens 还配有惯性测量单元、环境光传感器和感知摄像头、深度感知摄像头、4 个麦克风和 200 万像素高清摄像头。

Meta 公司专注增强现实眼镜,发布的 Meta 2 代 AR 眼镜如图 5-5 所示,与 HoloLens 性能基本一样。

联想发布的 new glass C100 智能眼镜如图 5-6 所示。这款智能眼镜功能与 Google 眼镜很相像,定位是医疗用途。



图 5-5 Meta 2 AR 眼镜



图 5-6 联想 new glass C100

佩戴这款眼睛的医务人员不仅可以以更灵活视角做手术直播、远程会诊、监测病人体征数据,还可以结合 AR 的医疗应用程序,构建出患者虚拟的 3D 身体模型,清晰观察皮肤、血管、骨骼等关键结构。new glass C100 采用了 OMAP4460 1.2GHz、1GHz RAM、16GHz ROM 的内核配置,配置了 1340mA 的锂电池、800W 像素摄像头、1.5W 的微型扬声器。

3. 智能口罩

随着雾霾问题的出现,越来越多的公司打造出新型的智能口罩。

来自英国伦敦的一家创业公司 Cambridge Mask Co(剑桥口罩)发明了一种新的 Smart Valve(智能呼吸阀)。如图 5-7 所示,剑桥口罩的智能呼吸阀不能排出口罩内湿气,反而利用其内安装的数个传感器对佩戴者的呼吸状况进行记录和追踪,并可以与手机进行连接、传输数据,最后通过 APP 显示出来。而这些数据可以帮助口罩佩戴者详细了解自己的呼吸情况,同时将潜在的呼吸问题暴露出来。此外,当你的口罩需要更换时还会发出提醒。

pure plus 云智能防霾口罩如图 5-8 所示。它是由贴面呼吸层、云智能系统层、高效滤棉层三部分组成的,滤棉层采用记忆海绵和蛋白质皮质材料以及 3D 贴面包裹设计,一体化的绑带设计及亲肤材质,佩戴时方便说话还能保持面部干净。除了基本的防霾功能,这款口罩中云智能系统层还内置了高精度传感器,可以随时地监测空气中的其他有害物质,并将数据传送给所连接的手机上,相当方便。



图 5-7 剑桥口罩(智能呼吸阀)



图 5-8 pure plus 云智能防霾口罩

4. 智能手表

智能手表是一种比智能手机更方便、快捷的个人计算设备。智能手表就是将手表系统智能化,可以连接网络而实现多种功能。

智能手表除了基本的时间功能之外,还兼具提醒、导航、校准、监测、交互等多种功能。显示方式包括指针、数字、图像等。智能手表有 Apple Watch、爱普生 Pulsense 系列智能手表 PS-500、索尼 SmartWatch、Google 智能手表、朗爵智能石英表、百度智能手表等。下面简要介绍几个常用功能,如移动支付、看护孩子、公共交通、身份识别等。

(1) 移动支付。如图 5-9 所示,就是 Apple Watch 在实现移动支付,用户只要将自己的银行卡与手表中的移动支付应用绑定,就可以通过 Apple Pay 来进行支付。除了苹果自家的 Apple Pay 支付以外,还支持第三方移动应用支付,如支付宝、微信等。用第三方移动支付可以直接扫描手表上的付款二维码来付款,既方便又快捷。



图 5-9 Apple Watch

(2) 看护孩子。智能手表早期的一个重要重要功能就是追踪定位,来帮助父母定位孩子的位置。为了安全,父母希望通过某种方式时时刻刻知道孩子的位置,他们不惜通过付费购买技术的方式来完成这种任务。

智能手表还增加一些其他功能,如增加传感器功能等,这样就能立即知道孩子是否摘掉了手表。

(3) 公共交通。智能手表还可实现的一个实用功能就是促进不同种类的公共交通更加方便顺畅。如走到火车站检票窗口时,摇摇手腕上的智能手表就可以通过扫描,进入到火车站里面。

5. 智能手环

智能手环与传统腕带的不同之处在于其功能上,智能手环有计步器、闹钟、睡眠监测、健康管理、防丢定位等各种功能。只需佩戴一个手环,就能检测一些需要的数据。智能手环具

有很强的续航能力,一般由显示屏显示数据,通过手机 APP 端来统计观察数据,实时又迅速。智能手环如图 5-10 所示。



图 5-10 智能手环

智能手环的发展方向目前基本分成三类:

(1) 运动类。这是最开始大部分智能手环的发展方向,在传统 3D 计步器的基础上增加了睡眠监测以及同步数据功能,用 APP 来记录这些数据,如国外品牌有 polar、Jawbone、misfit 等。

(2) 通信类。记步、睡眠等是附带功能,主打功能是来电提醒,解锁手机屏幕甚至可以直接通话等,如华为、小米和三星。

(3) 智能家居健康类。这个方向是目前很多厂商在规划布局的,例如如何用手环控制家里电灯,门锁感应到手环时自动打开,根据你的体温提醒你注意生病、上班签到等,代表性的健康智能手环(如图 5-10 所示),可以监测人体生理指征并上传云端实时报警,实现剪断从亚健康到发病的进程。

6. 智能服饰

智能服装是可穿戴设备的下一步发展趋势,根据 Global Market Insights 发布的报告,2024 年智能服装市场规模将超过 40 亿美元,由于各种体育俱乐部的支出增加,智能服装市场预计将大幅增长。

随着病人远距离监测需求的激增,以及医院工作人员的健康防护需求,军事和国防领域的应用,都为智能服装提供了巨大的增长空间。军事和国防应用如监测生命体征、在战斗中通过监测数据获取士兵健康状况等方面的应用。下面简要介绍一些智能服装应用的实例。

在 Google I/O 开发者大会上,Google 先进技术和项目(ATAP)部门展示了交互式服装项目 Project Jacquard。Google 与李维斯合作推出面向城市骑车一族的“联网”智能夹克,如图 5-11 所示。该产品将使穿戴者只需触碰和滑动夹克的袖口就能完成各种控制操作,如图 5-12 所示,如控制音乐、接听电话、获取导航信息等。

Jacquard 标签编制在夹克的袖口位置,也可以取出,通过 USB 充电。该标签连接夹克中的 LED 灯、触觉元件、电池等元件。在设计上很巧妙的一点是,该技术的连接点利用了夹克的纽扣眼,因而看起来不那么突兀。

Ralph Lauren 智能网球衫将心率、呼吸、心理压力传感器和导电的银线一起编织到布

料中,然后连接到一个防水且续航能力达到 30 小时的“黑盒子”,如图 5-13 所示。手机 APP 可以从黑盒子中读取数据,因为覆盖整个上半身,测量结果相比智能手表,健身腕带等更加精准。



图 5-11 “联网”智能夹克



图 5-12 智能夹克袖口

7. 智能袜子

致力于糖尿病患者健康监测的创业公司 Siren Care 研发了一款智能袜子,如图 5-14 所示。这种袜子通过温度传感器来检测患者是否出现炎症,进而实时检测糖尿病患者健康状况。Siren 的袜子紧贴皮肤,传感器被编织到袜子中,可以随时检测足部的异常情况,并将信息上传到智能手机上的 APP 上,方便患者随时了解自身足部情况。所有的数据都存储在袜子的内存中并可通过手机 APP 端来查看。当足部出现损伤时,袜子可以检测到高温差,手机端会发出警报,提醒自己足部出现了问题。



图 5-13 Ralph Lauren 智能网球衫



图 5-14 Siren 智能袜子

8. 智能鞋

智能鞋中内置 GPS 芯片、微控制器、天线等设备将让鞋子为人们导航,从而可以解决孩子及老人的迷路问题。

从脚部健康出发,由现代医学也有数据表明脚的健康确实能影响到身体的其他部位,因此智能鞋发展的一个重要方向就是做智能按摩,把脚部健康与智能功能串起来。如 N61 智能按摩鞋,如图 5-15 所示,通过遥控器将足底六个正经进行连接、作用足底多个穴位,疏通经络,使人体气血保持畅通。这样,穿着智能按摩鞋,如同移动足疗店。

针对老年人的实际情况,双驰公司打造了一款老人智能鞋,如图 5-16 所示。在设计上,双驰老人智能鞋的鞋底采用超轻泡沫材料,以低密度素材大大减轻了鞋子的重量,让老人不

觉得沉重,同时这款鞋子还具备抗高冲击性和缓冲性,保护老人脚部在着地时,减轻受到地面冲击力的伤害。



图 5-15 N61 智能按摩鞋



图 5-16 双驰老人智能鞋

在功能上,双驰老人智能鞋采用 AGPS/CDMA-one 双模定位技术,同时融合中国移动 LBS 基站定位和 WiFi 定位技术以实现 15m 内准确定位,室内室外任意环境下实时定位。如果老人超过设定天数未进行运动时,双驰老人智能鞋会立即发送预警消息到子女的手机客户端,进行风险预警,这样子女在外地也能及时关心老人身心健康。同时,这款老人智能鞋采用超声波密封技术,支持 IP67 级防水,老人可以下雨天行走,无须担心进水问题。

天创时尚推出的智能女鞋如图 5-17 所示,内置创感智能芯片,具有腿部运动量统计分析、功能性微体感游戏等性能。忙碌的都市女性可利用如休憩时刻等的各种碎片时间,通过智能鞋用双脚来操控微体感游戏,甚至在旁人不会觉察的情况下进行脚部运动,获得乐趣同时收获健康。这款智能鞋需要通过 Bluetooth 和手机连接,在专属 APP 上完成绑定后进行各项操作。



图 5-17 天创时尚智能女鞋

5.1.3 可穿戴设备与物联网的结合

可穿戴设备为人类带来了全新的生活方式,舒适和具有多功能的多传感器可穿戴设备可以帮助人们全方位地改善生活。真正实现起来,需要将可穿戴设备制造商与对消费者有用的服务结合起来。从远程医学检查到帮助人们进行健康的饮食选择,再到家庭自动化等。这些服务将鼓励人们购买和使用可穿戴设备,推动这个市场走向成熟。

可穿戴设备市场产业链主要包括各种硬件设备、热门行业应用、社交平台、运营服务、大数据、云计算等环节。未来智能穿戴设备产业链上各方将会加强合作,数据共享,共同促进该行业的发展。

通过标准化可以促进产业细化分工以及加强不同领域企业间的互通合作,优化资源配置,提高效率。可穿戴设备多数据融合和共享标准化,便于用户统一管理和拓展生态链。

在物联网生态系统中,通过可穿戴设备可以实现人体参数、人类指令与云端、万物之间的自由链接,是实现人体参数、人类指令信息化以及人体与信息网络间的重要 I/O 接口。

可穿戴设备未来发展方向是作为超系统能部分替代智能手机,实现人体与网络间的 I/O 接口,解放双手,实现无所不能的交互,通过语音、手势、姿势、眼球等交互。

5.2 物联网+人工智能

早上出门上班,在实时交通 APP 中输入目的地会推荐最优行车路线,遇到堵车,车载音乐会响起能舒缓自己焦躁的心情的音乐,甚至采用自动驾驶把你送到办公室,你在路上还可以处理公务。要下班了,自动驾驶自动设置好最优路线,路上还可以处理自己的事情,同时家里的空调、热水器、电饭煲等在你回家之前一切做好准备等。这些都采用了人工智能技术。

5.2.1 人工智能简介

人工智能最早出现在 1956 年,经过多年的发展,现在它已经是研究、开发用于模拟、延伸和扩展人的智能的理论、方法、技术及应用系统的一门学科。人工智能是计算机科学的一个分支,通过剖析智能的实质,生产出能和人类智能相似的方式做出反应的技术,优势是快速处理海量数据,代替人的大量重复劳动,并提升智能层次,这个领域的研究包括语言识别、图像识别、自然语言处理和专家系统等。人工智能从诞生以来,理论和技术都不断成熟,应用领域也不断扩大。人工智能是对人的意识、思维的信息过程的模拟。人工智能不是人的智能,但却能像人那样思考。人工智能对人类未知的自然规律研究不具有优势,但可以协助人类处理海量数据,代替人类承担大量重复劳动。

5.2.2 人工智能相关技术

人工智能技术应用的细分领域有深度学习、计算机视觉、虚拟个人助理、自然语言处理、实时语音翻译、情境感知计算、手势控制、视觉内容自动识别、推荐引擎等。

1. 深度学习

深度学习作为人工智能领域的一个重要应用分支,如 AlphaGo 通过一次又一次的学习、更新算法,先是在 2015 年以 5:0 完胜欧洲围棋冠军樊麾,又在 2016 年以 4:1 打败世界围棋冠军李世石。AlphaGo 的胜利让人们惊觉人工智能的力量已经不容忽视。过去十多年,算法、数据和计算三大要素助推了人工智能迅速崛起,互联网中存储了多年的海量数据有了重大应用价值:训练机器。

深度学习的技术原理:

- (1) 建立一个网络并随机初始化所有连接的权重。
- (2) 将产生的大量数据输出到这个网络中。

- (3) 网络自动处理这些动作并且进行学习。
- (4) 如果能查到这个相应的动作,权重将会增强,如果找不到,权重将会降低。
- (5) 系统通过如上过程后权重得到重新调整。
- (6) 在经历成千上万次的学习之后,可以超过人类的表现。

2. 计算机视觉

计算机视觉是一门专门用来研究让计算机学习生物视觉技术的学科,是人工智能的一个分支,它让计算机从图像中识别出物体、场景和活动。计算机视觉又可以细分为不同的应用领域,包括医疗成像分析用来提高疾病的预测、预诊断和治疗;人脸识别被应用在一些机密场所、安防及监控身份识别、支付等领域。

计算机视觉的技术原理:计算机视觉技术运用图像处理等技术将图像分解为便于管理的小块任务,如从图像中检测到物体的边缘及纹理。分类技术可用作确定识别到的特征是否能够代表系统已知的一类物体来进行识别。

3. 语音识别

语音识别技术是将语音转化为文字,并对其进行识别认知和处理。语音识别的主要应用有医疗听写、语音书写、电脑系统声控、电话客服等。

语音识别技术原理:

- (1) 使用移动窗函数对声音进行处理、分帧。
- (2) 分帧后声音变成数字波形,将波形做声学体征提取,变为状态。
- (3) 特征提取之后,声音就变成了一个 N 列方阵。最后通过音素组合成单词。

4. 虚拟个人助理

虚拟个人助理产品有 Siri、Windows 10 的 Cortana 等。

虚拟个人助理技术原理(以 Siri 为例):

- (1) 使用者对 Siri 说话后,语音即被编码,并转换成一个压缩数字文件,该文件包含了用户语音的所有信息。
- (2) 语音信号通过移动终端及移动网络发送至用户的互联网服务供应商(ISP),该 ISP 拥有云计算服务器。
- (3) 该服务器中的模块完成采用技术手段来识别用户的语音内容。虚拟助理软件的工作原理就是“本地语音识别+云计算服务”。

5. 自然语言处理

自然语言处理(NLP)是计算机科学领域和人工智能领域的一个重要方向,融合了语言学、计算机科学、数学等多门学科集成语言。自然语言处理目的是要实现人机间语言的通信。

语言处理技术原理:

- (1) 文字编码词法分析。
- (2) 句法分析。
- (3) 语义分析。
- (4) 文本生成。
- (5) 语音识别。

6. 引擎推荐

大家上网经常遇到这种现象：网站根据你之前浏览过的页面、搜索过的关键字推送给你一些相关的网站内容以及广告内容，这个有时能帮助我们省很大一部分精力。这就是引擎推荐技术的一种表现。

Google 做免费搜索引擎的目的不是直接通过搜索引擎广告排名等赚钱，实际上是为了搜集大量的自然搜索数据，来丰富它的大数据库，为后面的人工智能数据库做准备。

引擎推荐技术原理：引擎推荐是基于用户的行为、属性（用户浏览网站产生的数据），通过算法分析和处理，主动发现用户当前或潜在需求，并主动推送信息给用户的信息网络。

随着人工智能技术的发展，越来越多的领域会用到人工智能技术。诸如医疗、教育、金融等人类生活的各个方面。

5.2.3 人工智能与物联网的结合

随着人工智能底层技术的迅速发展，现在智能机器已经实现“从认识物理世界”到“个性化场景落地”的跨越。

人工智能是可以帮助我们使用数学计算机工具来解决问题的一门学科，可以让自然科学科研人员从大量重复劳动中解放出来，从事更多创新工作。更特别的是，AI 能够帮助人们了解自身智能是如何形成的。

腾讯研究院发布的《中美 AI 创投报告》的中国 AI 行业热度图显示，医疗是目前 AI 应用最火热的行业，其次是汽车行业借助无人驾驶/辅助驾驶等相关技术的发展脱颖而出。第三梯队包含了教育、制造、交通、电商等实体经济。

人工智能与物联网结合将逐渐深入各行各业并引起革命性变革，AI 在科技和烦琐的工程中能够代替人类进行各种技术工作和部分脑力劳动，由此就造成了现在已形成的社会结构的剧烈变化。另外一方面会创造出来新领域的工作机会。因此人工智能会对社会架构做重新调整。

人工智能助力智慧城市进入 2.0 版本。大数据和云计算是建设智慧城市的两大助手。城市的交通、市政、能源、供水等领域每时每刻都产生大量数据，人工智能可以从城市运行与发展产生的大量数据中提取有效信息，为智慧城市的发展、管理、控制提供新的思路。

人工智能为制造业的转型升级提供了动力和方法。制造从自动化走向智能化。传统的机器人只是自动化的机械装置，不能智能适应环境。基于人工智能就容易实现智能机器人、智能工厂、智能供应链等智能制造体系。人工智能让制造业有更高的效率，并带来生产和组织模式的颠覆性变革。

物联网产生海量数据，而这些数据将会是人工智能时代的一座大金矿，通过人工智能的应用，物联网将会让我们的社会更加智能化。

5.3 物联网 + AR

5.3.1 AR 简介

虚拟现实(VR)是利用计算设备模拟产生一个 3D 的虚拟世界，提供用户关于视觉、听觉等感官的模拟，有沉浸感与临场感。呈现给用户的虚拟世界是眼睛看到的東西都是计算

机生成的,都是假的。

增强现实(AR)技术是计算机在现实影像上叠加相应的图像处理技术,利用虚拟世界通过成像技术套入现实世界并与之进行互动的一项技术,达到“增强”现实的目的。

VR 技术是在计算机中构建一个完全虚拟的世界,并且可以把我们的感官带入这个世界,是沉浸式的体验,主打娱乐、教育效果。AR 是利用虚拟世界来加强现实,可以基于现场互动,主打与实际物理世界结合的应用。AR 特点如下:

(1) 融合虚拟和现实。与 VR 技术不同的是,AR 技术不把使用者与真实世界隔开,而是把计算机生成的虚拟物体和信息通过成像技术叠加到真实世界的场景中来,以实现与现实场景更直观深入的了解和解读。

(2) 实时交互。通过增强现实系统中的交互接口,人们以自然方式与增强现实环境进行交互。

(3) 3D 注册。注册即将计算机产生的虚拟物体与真实环境进行对应,用户在真实 3D 环境中运动时,也将继续维持正确的对应关系。

5.3.2 AR 的呈现形式

AR 即在现实中叠加虚拟影像的技术,把虚拟物体通过成像技术放在真实物体之上。AR 技术最常见表现方式有以下几种。

1) 3D 模型

AR 技术最基本的展现形式就是 3D 模型(静态和动态),如动漫人物、博物馆、古建筑、家具等。

2) 3D 视频

3D 电影以及各种商业情境中有些视频展示就是 AR 的一些常见应用。

3) 场景展现

娱乐、立体阅读、游戏等应用都需要场景展现,场景的建设需要内容的支持,这也是 AR 技术的重要应用。

4) AR 游戏

未来开发新游戏如果结合 AR 技术,游戏不再需要复杂的场景建模,直接在真实的世界里玩游戏,同时在真实的世界里又可以叠加进去许多虚拟的事物,摆脱场地与空间的束缚,让游戏体验更真实、更有吸引力。

5) VR 结合

AR 与 VR 技术共同丰富着我们的现实世界,AR 技术增强现实世界的内容,VR 技术则是将虚拟的空间加入到我们所处的现实中。如果两者相结合,借助 VR 让 AR 所反馈出来的增强信息实时地出现,告诉你这是什么,这是谁,避免忘记名字的尴尬,还能让你知道识别对象的详细信息。未来像这样的结合主要体现在导航、社交、野外考察、医疗等方面。

5.3.3 AR 与物联网的结合

1. AR 技术在物联网领域中的应用

将 AR 技术融入到物联网中,可以使信息的呈现及交互方式更加的便利、直观,交互界面更加友好。

有了 AR 我们就能随时随地直观方便快捷地查看物体对象的运行状态、性能和各项重要参数,并且情景感受更为强烈和震撼,感知的数据可通过物联网反馈到后台,通过数据挖掘,可以让产品不断地优化和完善,为客户带来更好的体验。

1) 波音公司将 AR 引入飞机制造和维修

波音公司在造飞机的时候,充分利用 AR 的可视化功能。飞机中有巨量复杂的电子线路及元件,如果不用 AR 技术,工程师需要对照功能手册进行一个个处理,这耗费了工程师大量精力和时间,效率低且严重耽误工期,波音公司自从使用 Google 眼镜后,效率提升了 25%,出错率降低了 50%。

2) 亮风台公司机械设备的监测和诊断

亮风台 HiAR Glasses AR 智能眼镜,通过无线连接为连接到数据网络提供无处不在的接口,可来传输现场工程师所看到的,从而帮助中央控制室“实时”地了解现场状况,并在最短时间为现场工程师提出最有效的解决方案。

对于现场工程师来说,操作简单,打开 AR 设备,指向问题场景。AR 设备就会自动扫描场景,识别现场设备并对其进行空间建模,再结合物联网应用程序自动收集连接到中央存储库的可用传感器列表,并在 AR 设备中的传感器确切位置上显示设备本身的信息。信息还可以追溯,工程师还可以搜索诊断故障所需的历史数据。

3) 机械设备的监测和诊断

AR 设备可以帮助工程师在机械车间内看到设备的各项参数。如中海油公司的 AR 设备巡检方案,在巡检过程中,操作人员可根据 AR 眼镜的指示,规范化完成巡检工作。同时,AR 眼镜将数据可视化后,通过与其他联网设备互联,操作人员将第一时间了解设备运行情况,提高巡检效率。

4) 物联网与 AR 结合,将会实现很多很多非现场远程操作功能

针对一些危险、人不在现场或不适合人类现场操作的环境,实现安全的远程操作,如核电站、海底、外星球,通过物联网可实现远程现场操作:通过物联网采集现场数据参数,并传到中央控制中心,中央控制中心结合现场影像和数据并进行 AR 3D 呈现,机器人、工程师可以完成远程交互、监测、操作控制;实现远程 AR,对炸弹拆除,通过物联网、机器人与 AR 结合,可以实现远程拆弹、远程爆破等。在人不在现场的情况下,通过物联网与 AR 技术结合的方式还可以实现远程签字等原来必须现场操作的工作。

5) 智慧城市基础设施维护

城市里面大多数的基础设施位于室外并且难以进入该区域,AR 可以为公安机关对城市的监督提供便利,为政府部门对水电暖等市政设施的监控提供便利,从实时数据可视化中定位故障点,轻松地记录基础设施的状态。

6) AR 技术移动应用

AR 技术可以和智能手机兼容,用户随时打开手机照相功能就可以获得关于周围环境的增强内容。

7) AR 改变市场营销行业

移动 AR 设备非常成功,零售业很早就开始使用 AR 技术了,如虚拟试衣、虚拟试家具等,AR 营销让消费者扫描一下品牌 Logo 就可以了解更多公司和产品信息。AR 的新颖性让基于 AR 的营销可以快速推广。

8) AR 企业级市场应用广泛

企业用户将会是巨大的 AR 市场。从 AR 会议、维修、服务到市场营销推广 AR 将带来翻天覆地的影响和变化。在会议、展会展现信息的时候,参会者可以在产品、文件上叠加额外的数字信息。

2. AR 与物联网结合的优势

1) 提高操作人员的安全性

AR 也可以用来为操作人员提供安全信息,例如一些 AR 设备的显示热像仪可以显示可视化的热像图,从而为作业者提供触碰危险区域的提示。其应用领域还可以是核辐射、电磁辐射等环境。

2) 降低错误率

DAQRI 公司研发了一种让复杂任务变得轻松的 AR 头盔。带上这个 AR 头盔后,一组工人完成组装飞机翼尖的时间能够减少 30%,并且在第一次尝试中就将错误率降低了 94%,在第二次试验中,他们能将错误率降到 0。

5.4 物联网 + 区块链

随着物联网、云计算及人工智能的发展,越来越多的数据被记录,我们已经进入了大数据(big data)的时代。在这个时代,数据是可以进行交易和共享的,这是市场发展的必然趋势。通过数据多维度的融合,才能发挥数据的最大价值,目前数据都是孤岛,大多数企业不愿意将自己的数据通过交易中心进行交易,这主要在于利益以及将来可能发生的关于利益分配的纠纷,这样就急需一套安全的、可信度高的又可以开放共享的数据管理方法。区块链(Blockchain)提供了新的思路,将会给社会数据架构带来颠覆性变化。

区块链为物联网交易增加了不可更改性和完整性。区块链和物联网在很多方面看起来就像是专门为彼此设计的。区块链是一种分布式加密数字分类技术,非常适合记录物联网机器之间发生的海量交易的详细信息,尤其是供应链中的数据或物主之间移动的数据,都需要存储在不可更改的记录中。物联网上的大部分交互发生在机器人之间,缺乏人的监督。区块链记录提供安全性,记录的副本在大量分布的物理位置和逻辑位置,没有一方拥有对其进行操作的集中控制能力。

5.4.1 区块链技术简介

区块链是随着比特币等数字加密货币的出现而兴起的一种全新的去中心化的基础架构,是分布式计算模式,目前区块链已经高度引起各级政府部门、金融机构、科技企业和市场的重视与关注。2016 年美、英等发达国家相继将区块链技术上升至国家战略层面,成立了区块链发展联盟。同年,中国国务院印发的《“十三五”国家信息化规划》也首次将区块链列入中国的国家信息化规划,并将其定为战略性前沿技术之一。

区块链最初的应用就是比特币,比特币采用的是区块链 1.0 的技术。比特币是一串使用密码学方法产生的数据块,每一个数据块中包含了过去 5~10 分钟内所有的比特币网络交易的信息,而这用于验证其信息的有效性(防伪)和生成下一区块。

区块链技术最初脱胎于 2008 年出现的比特币技术,是一种去中心化的、无须信任积累的信用建立范式。区块链技术的本质是用数据区块(Block)取代了目前互联网对中心服务器的依赖,这样数据变更或交易都记录在一个云系统之上,理论上实现了数据传输中数据的自我证明,长远来说超越了常规意义上需要依赖中心的信息验证模式,降低了全球“信用”的建立成本。

1. 区块链的特点

区块链具有去中心化、时序数据、集体维护、可编程及安全可信等特点。

1) 去中心化

区块链中数据的验证、记账、储存、维护等基本过程均是基于分布式系统结构,采用的是数学计算方法来建立分布式节点间的信任关系,从而形成新型的无中心结构的又可信任的分布式系统。

2) 时序数据

区块链是采用带有时间戳的链式区块结构,所谓链式区块即下一个区块的块头连接到上一个区块块身的尾部。

3) 集体维护

集体维护是区块链系统采用一定的方式方法来保证分布式系统中的所有节点都能参与数据区块的验证,并通过共识算法将新区块添加到区块链中。

4) 可编程

区块链技术的脚本代码系统非常灵活,支持用户创建高级的智能合约、货币或其他去中心化的应用。

5) 安全可信

区块链的安全可信分为数据的安全可信和系统的安全可信。区块链技术是采用非对称密码学的原理对数据进行加密,同时借助分布式系统各节点的工作量证明等共识算法形成的强大算力来抵御外部攻击(如黑客),从而保证区块链数据的不可篡改和不可伪造性,因而具有高安全性。

2. 区块链的基础架构

区块链技术的基础架构模型如图 5-18 所示。区块链系统由数据层、网络层、共识层、激励层、合约层和应用层组成。

1) 数据层

数据层是区块链架构底层的技术,是基础。主要实现两个功能:一个是相关数据的存储,另一个是账户和交易的实现与安全。数据存储主要是基于 Merkle 树,是通过区块的方式和链式的结构来实现的。

2) 网络层

网络层封装了区块链的组网方式、消息传播协议和数据验证机制等主要要素。结合实际的应用需求,通过设计特定的组网方式、传播协议和数据验证的机制,使得区块链系统中每一个节点都能参与区块数据的校验和记账过程,仅当区块数据通过全网大部分节点的验证后,才可以记入区块链。

网络层主要用来实现网络节点的连接和通信,是在没有中心服务器且需要依靠用户群的情况下下来交换信息的互联网体系。

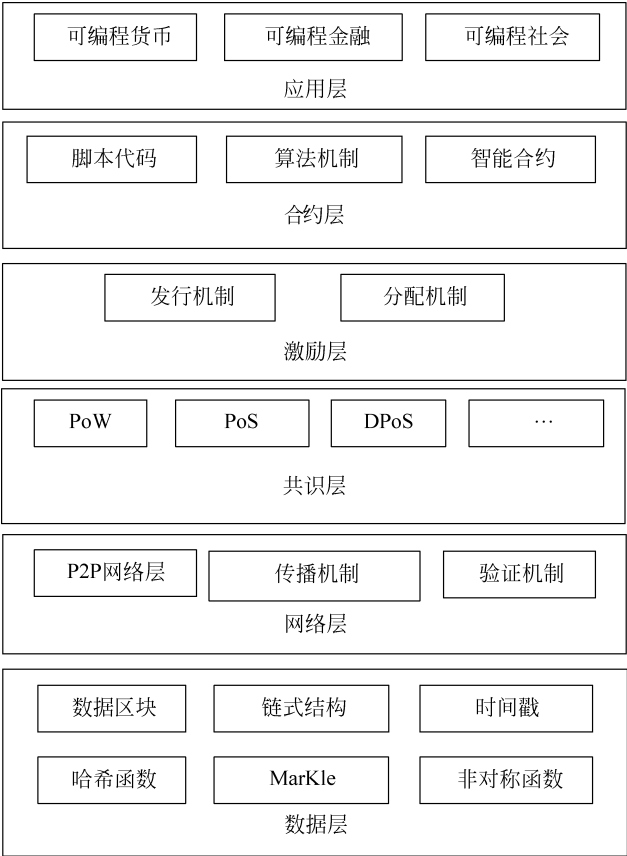


图 5-18 区块链的基础架构模型

3) 共识层

怎样在分布式系统中高效地达成共识是分布式系统领域的重要研究课题。区块链技术的核心优势之一就是能够在决策权分散的去中心化系统中使得各节点高效地针对区块数据的有效性达成共识。

共识层主要实现全网所有节点对交易和数据达成一致性，防范拜占庭攻击、女巫攻击等共识攻击，其算法称为共识机制，因为其应用场景不同，区块链 2.0 出现了多种富有特色的共识机制。

(1) Proof of Stake(PoS,权益证明)

原理：节点所能获取区块奖励的概率与该节点所持有的代币数量和时间成正比，在得到区块奖励后，该节点的代币持有时间清零，重新计时。但因为代币在初期分配时有很高的人为因素影响，这就导致了后期贫富差距过大。

(2) Delegate Proof of Stake(DPoS,股份授权证明)

原理：所有的节点投票选出若干个委托节点，区块完全由这若干个委托节点按照一定算法生成。

(3) Casper(投注共识)

原理：以太坊的下一代共识机制，每个参与共识的节点都要支付一定的押金，节点获取

的奖励和押金成正比,如果有节点不守规矩则押金被扣掉。

(4) Practical Byzantine Fault Tolerance(PBFT,拜占庭容错算法)

原理: PBFT 共识机制是基于异步网络环境下的状态机副本复制协议,本质上它的共识是由数学算法来实现,因此区块的确认不像一般公有链一样在若干区块之后才安全,这样就可以实现出块即确认。

(5) Proof of Elapsed Time(PoET,消逝时间量证明)

原理: 该共识机制由 Intel 提出,核心是用 intel 支持 SGX 技术的 CPU 硬件,在受控安全环境(TEE)下随机产生一些延时,同时 CPU 从硬件级别证明延时的可信性,类似于彩票算法,谁的延时低,谁就获取记账权。这样,增加记账权的唯一方法就是增加 CPU 的数量,这样就具备了当初中本聪设想的一个 CPU 一票的可能,同时增加的 CPU 会提升整个系统的资源,变相实现了记账权与提供资源之间的正比例关系。

不同的共识机制有不同的优缺点,适应于不同的应用场景,如表 5-1 所示。

4) 激励层

区块链共识过程通过汇聚大规模的共识节点的计算资源来实现共享区块链账本的数据验证和记账工作。主要实现区块链代币的发行,如以太坊,定位以太币为平台运行的燃料,并可以通过挖矿获得,每挖到一个区块固定奖励 5 个以太币,同时运行智能合约和发送交易都需要向矿工支付一定的以太币。

表 5-1 共识算法的优缺点

共识算法	PoS	DPoS	Casper	PBFT	PoET
性能	较高	高	较高	高	高
区中心化程度	完全	完全	完全	半中心化	半中心化
最大允许作恶节点数量	51%	51%	51%	33%	51%
是否需要代币	是	是	是	否	否
应用类型	公有链	公有链	公有链	联盟链	联盟链
能否防范女巫攻击	是	是	是	否	是
技术成熟程度	成熟	成熟	未应用	成熟	未应用
需要专用硬件	否	否	否	否	是

5) 合约层

合约将可编程的特性赋予了账本,区块链 2.0 通过虚拟机的方式运行代码实现合约的功能,如以太坊的以太坊虚拟机(EVM)。同时,这一层通过在合约上添加前台界面,与用户进行交互,形成去中心化的应用(DAPP)。

3. 区块链技术的原理

在互联网世界和物联网世界中建立一套全球通用的数据库,区块链技术要解决如下问题,才能更好地与物联网结合:

(1) 建立一个严谨的数据库,使得该数据库在能够储存海量的信息的同时又能在没有中心化结构的体系下保证数据库的完整性。

(2) 记录并储存下这个严谨的数据库,使得即便已经参与数据记录的某些节点崩溃,仍然能够保证整个数据库系统的正常运行与信息不丢失。

(3) 使这个严谨且完整储存下来的数据库变得可以信任,使得可以在如今互联网无实

名的背景下或者即将到来的万物互联的物联网世界中取得信任并成功规避骗局。

区块链构建了一套比较完整的、连贯的数据库技术来解决上面问题。另外,为确保区块链技术的可进化性与可扩展性,区块链系统的设计者引入了“脚本”的概念来实现数据库的可编程性。以下四大技术构成了区块链的核心技术。

1) 核心技术一: 区块+链

为建立一个严谨的数据库,区块链把数据库结构中的数据分成不同的区块,每个区块通过特有的密码链接到上一区块的尾部,前后顺连来完成一套完整的数据,这也是“区块链”这三个字的来源。

区块,在区块链技术中,数据以电子刻录的形式被永久地储存下来,存放这些电子记录的文件称为“区块(block)”。

区块结构,区块会记录区块生成的时间段内所有的交易数据,区块主体就是交易信息的集合。每一种区块链的设计结构可以不同,但大结构上分为块头(header)和块身(body)两部分。块头用于链接并用来保证区块链数据库的完整性,块身则包含了经过验证的、块创建过程中发生的所有价值交换的记录。区块结构有两个特点:第一,每一个区块上记录的交易数据是在上一个区块形成之后,该区块被创建前发生的所有的价值交换,这个特性保证了数据库的完整性。第二,绝大多数情况下,新区块完成后就加入到区块链的最后,自此区块的数据就将记录且再也不能改变或删除。这个特点保证了数据库的严谨性,即不能被篡改。

每一个区块的块头都包含了前一个区块交易信息的所有值,所以这就使得从第一个区块到当前区块连接在一起形成了一条长链。“区块+链”的结构为我们提供了一个完整数据库。从第一个区块开始,到最新产生的区块为止,区块链上存储了系统的全部的历史数据,提供了数据库内每一笔数据的查找功能。区块链上的每一条交易数据,都可以通过“区块链”的结构追本溯源,一笔一笔进行验证。

2) 核心技术二: 分布式结构——开源的、去中心化的协议

有了区块+链的数据之后,接下来就需要来考虑记录和储存的问题。在现有中心化的体系中,数据都是集中记录并储存在中央服务器上。但是区块链结构设计精妙的地方就在这里,它并不支持把所有数据记录并储存在中心化的一台或几台服务器上,而是让每一个参与数据交易的节点都记录并储存下所有的数据。

关于怎样使所有的节点都来参与记录的问题,区块链的办法是构建一套协议机制,让全网每一个节点在参与记录的同时也来验证其他节点记录的结果是否正确。只有当全网大部分节点甚至所有节点都同时认为这个记录没有错误时,全网才能认可记录的真实性,记录数据才允许被写入区块中。

关于储存“区块链”这套严谨数据库,区块链的办法是构建一个分布式结构的网络系统。

分布式记账,会计责任的分散化(Distributed accountability)。从硬件的角度讲,区块链是大量的信息记录存储器组成的网络,区块链的设计者希望通过自愿原则来建立一套每个人都可以参与记录的分布式记账体系来记录发生在网络中的所有价值交换活动,从而分散了会计的责任。

分布式传播,区块链中每一笔交易的传播都采用分布式的结构,每一次交换都传播到网络中的每个节点。根据 P2P 网络层协议,消息由单个节点被直接发送给全网其他所有的节点。

分布式存储,区块链技术让数据库中的全部数据均分散存储于所有的计算机的节点中,并进行实时更新。完全去中心化的结构设置使数据能实时记录,并在每一个参与数据存储的网络节点中更新,这极大提高了数据库的安全性。

3) 核心技术三:所有权的信任基础——数学

有了严谨的数据库,配套可用协议,在运用于实际时,需要解决这个严谨且完整储存下来的数据库值得信赖的问题,使得可以在互联网无实名背景下以及万物互联的物联网世界中成功规避骗局。

为解决这一问题,区块链的设计者使用了“非对称加密数学”的方法。即在加密和解密的过程中分别使用非对称的两个密码,两个密码分别是:加密时的密码(公钥)在全网是公开可见的,所有人都可以用自己的公钥来加密一段信息;解密时的密码(私钥)只有信息的拥有者才知道,被加密的信息只有拥有相应私钥的人才能够解密。

从信任的角度来看,区块链是用数学的方法来解决信任的问题。在区块链技术中,所有的规则都以算法程序的形式来表述,人们完全不需要了解交易对方的品德,更不需要求助第三方机构来进行交易,而只需要信任数学算法就可以了。区块链技术的背后,实质上是算法在为人们创造信用,达成共识。

4) 核心技术四:可编程的智能合约——脚本

脚本为一种可编程的智能合约。如果区块链技术只是用来做某种特定的交易,那就没有必要进行脚本的嵌入了,系统根据需要满足的条件直接定义完成价值交换活动即可。在一个去中心化的环境下,所有的协议都需要提前取得共识,那脚本的引入就很重要了。有了脚本之后,区块链技术就会使系统有能力处理一些无法预见的交易模式,也保证了这一技术在未来的应用中不会过时,增加了技术的实用性。

一个脚本实质上是众多指令的列表,这些指令记录在每一次的价值交换活动中,价值交换活动的接收者要获得这些价值,或花费掉自己曾收到的留存价值需要满足以下两个条件:一个公钥,以及一个签名,才能使用自己之前收到的价值。脚本的神奇之处在于可编程性:它可以灵活改变花费掉留存价值的条件,如脚本系统可能会同时要求两个私钥或几个私钥或无须任何私钥等,它可以在发送价值时附加一些价值再转移。

5.4.2 区块链的应用场景

由区块链特有的设计技术可见,区块链技术不仅可以应用于数字加密货币领域,同时在经济、金融、物联网、物流、食品追溯、药品追溯等社会系统中也存在广泛的应用。根据区块链技术应用领域,区块链应用类型有数字货币、数据存储、数据鉴证、金融交易、资产管理、选举投票、物联网货品追溯等。

1. 数据存储

区块链的高冗余存储、去中心化、高安全性和隐私保护等特点使其非常适合存储涉及隐私的数据,以避免因中心化机构遭受攻击而造成的大规模数据丢失或泄露。

利用区块链来存储个人健康数据(如电子病历、基因数据等)是极具前景的应用领域,此外利用区块链来存储各类重要电子文件(视频、图片、备忘录等)也有一定应用空间。

2. 数据鉴证

区块链数据自带时间戳、由共识节点共同验证和记录、不可篡改和伪造等特点使得区块

链可大范围地应用于数据公证和审计。

例如,区块链可永久地安全存储由政府机构核发的各类许可证、登记表、执照、证明、认证和记录等,并可在任意时间点、任何地方方便地证明某项数据的存在性和一定程度上的真实性。

3. 金融交易

区块链技术非常适合应用在金融市场。区块链可以在去中心化系统中自发地产生信用,能够建立无中心机构信用背景的金融市场,这对第三方支付、资金托管等存在中心机构的商业模式来说是颠覆性的变革。

在互联网金融领域,区块链适合于股权众筹、P2P 网络借贷和互联网保险等商业形式。证券和银行业务同样是区块链的重要应用领域,传统证券交易需要经过中央结算机构、银行、证券公司和交易所等中心机构的多重协调,如果利用区块链自动化智能合约和可编程的特点,可以避免烦琐的中心化清算交割过程,从而大大地降低成本和提高效率。

4. 资产管理

在资产管理方面,区块链能够实现有形和无形资产的确权、授权和实时监控。

对于无形资产来说,基于时间戳技术和不可篡改等特点,可以将区块链技术应用于知识产权保护、域名管理等领域。而对有形资产来说,通过结合物联网技术可以为资产设计唯一的标识,这样可以形成数字智能资产,实现基于区块链的分布式资产授权和控制。

5. 选举投票

投票是区块链技术在政治等事务中的应用。基于区块链的分布式共识验证、不可篡改等特点,可以低成本高效地应用在政治选举、企业股东选举等方面。同时,区块链也支持用户个体对特定议题的投票。例如,通过记录用户对特定事件是否进行投票,可以将区块链应用于博彩和市场预测等方面。

6. 物联网货品追溯

区块链与物联网有一个天然的结合契机,在物联网产品追溯方面,可以很好地利用区块链技术进行安全追溯,并且应用空间巨大。

5.4.3 区块链与物联网的结合

随着以比特币为代表的数字加密货币的强势崛起,新兴的区块链技术很快成为学术界和产业界的热点研究课题。区块链技术的去中心化信用、不可篡改和可编程等特点,使其在数字加密货币、金融和社会系统中有广泛的应用前景。区块链的基础理论和技术研究也在不断的发展。区块链由 1.0 技术如比特币,发展到区块链 2.0 技术如以太坊,目前的区块链 3.0 技术 CREDITS 是最有前景的基础设施和操作系统。物联网可以连接实物,区块链与物联网结合让物加入区块链系统,把万物(蔬菜、食品、书画、瓷器、古董等)加入征信、追溯系统,让交易、收藏进入一个崭新的模型,让收藏进入云端。

5.5 物联网 + 机器人

随着科技的进步,智能手机、智能电脑以及各种智能的传感设备、处理设备 etc 发展,整个社会变得越来越智能,也为智能机器人的发展提供了各种技术基础和手段,机器人在人类的

生产生活中扮演的角色越来越重要。未来的机器人必定会向着更加专业化、智能化的方向发展。

5.5.1 机器人简介

机器人(Robot)是一种智能自动执行工作的机械装置。它既可以接受人类指挥,又可以运行预先编码的程序,也可以根据人工智能技术制定的原则纲领进行行动。任务是协助甚至取代大量人类的机械性重复性工作,例如生产业、建筑业,或者危险系数大的工作。

Robot 一词最早出现在 1920 年捷克戏剧家卡雷尔·恰佩克的科幻剧本《罗素姆的万能机器人》中,捷克语中,Robota 是“苦力”的意思,而中文翻译则是“机器人”的意思。机器人这个词看上去像人的机器,其实在机器人的世界里,它们可以大若巨人,亦可小如细胞、昆虫及任何生物。

1939 年,在美国纽约的世博会上展出了西屋电气公司制造的机器人 Elektro,它由电缆控制并可以行走,会说 77 个字,会抽烟。

1942 年,美国科幻巨匠阿西莫夫提出“机器人三定律”,即①不允许它眼看人类受害而袖手旁观,更不能危害人类;②机器人必须绝对服从于人类,除非这种服从有害于人类;③机器人可以保护自身不受伤害,除非为了保护人类或者是人类命令它做出牺牲。

1954 年,在达特茅斯会议上,马文·明斯基提出了他对智能机器的看法:智能机器“可以创建周围环境的抽象模型”,这个定义对以后 30 年智能机器人的研究方向都产生了影响。

1956 年,美国人乔治·德沃尔制造出世界上第一台可编程的机器人,并申请了专利。

1959 年,德沃尔与美国发明家约瑟夫·英格伯格联手制造出第一台工业机器人。随后,成立了世界上第一家机器人制造工厂——Unimation 公司。

1962 年,美国 AMF 公司生产出 VERSTRAN,与 Unimation 公司生产的 Unimate 一样成为真正商业化的工业机器人,并出口到了世界各国,掀起了全世界对机器人研究的热潮。

1965 年,约翰·霍普金斯大学应用物理实验室成功研制出可以通过声呐系统、光电管等装置定位并可根据环境校正自己的位置的 Beast 机器人。

20 世纪 60 年代中期开始,美国麻省理工学院、斯坦福大学、英国爱丁堡大学等陆续成立了机器人实验室,开始系统化地研究机器人。

1968 年,美国斯坦福研究所公布他们研发成功的机器人 Shakey。Shakey 是世界第一台智能机器人,由此拉开了第三代机器人研发的序幕。

1969 年,日本早稻田大学加藤一郎实验室研发出第一台以双脚走路的机器人。加藤一郎长期致力于研究仿人机器人,被誉为“仿人机器人之父”。

1973 年,世界上第一次机器人和小型计算机携手合作,就诞生了美国 Cincinnati Milacron 公司的机器人 T3。

1978 年,美国 Unimation 公司推出通用工业机器人 PUMA,这标志着工业机器人技术已经完全成熟。PUMA 至今工作在工厂的第一线。

1984 年,英格伯格再推机器人 Helpmate,这种机器人主要为医助机器人,能在医院里帮助病人送饭、送药、送邮件。

1990 年,中国学者周海中教授在《论机器人》一文中预言:到 21 世纪中叶,纳米机器人将会彻底改变人类的劳动和生活方式。

1998 年,丹麦乐高公司推出机器人 Mind-storms 套件,成功地使机器人制造变得跟搭积木一样,相对简单又能任意拼装,机器人因此开始走入个人世界。

1999 年,日本索尼公司的爱宝(AIBO)犬型机器人一经推出,当即销售一空,从此娱乐机器人成为机器人迈进普通家庭的途径之一。

2000 年,对机器人领域来说关键时间点。能够经过预编程对用户查询给出反馈的聊天机器人 SmarterChild 出现在老牌即时通信 AIM 上,这是 Siri 等语音搜索工具的早期版本。

2011 年后,语音搜索促成了 AI 助理的产生,机器人消费也大幅增长。

5.5.2 机器人技术

1. 机器人基本结构

图 5-19 标识了机器人的结构。它是由输入设备、控制器、输出设备三个部分组成。从这个角度来说,机器人是一种高度集成了各种设备的机器。

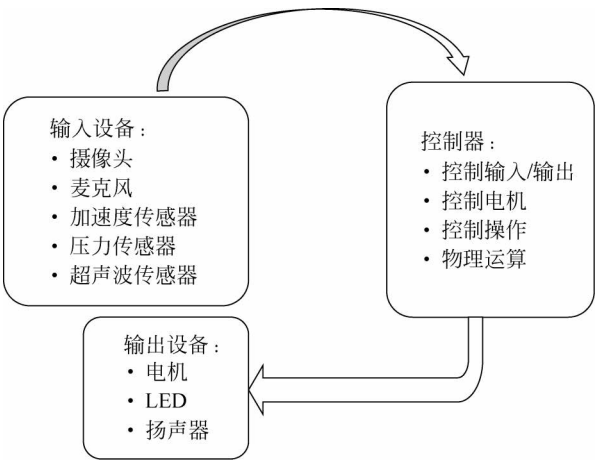


图 5-19 机器人的基本结构

图 5-20 所示是特斯拉机器人组装工厂的一角,是目前最先进的工业机器人。他们能够协同工作,共同来组装完成一辆汽车。它与我们想象中的机器人最大的不同之处在于它会协同工作。

2. 机器人系统架构

机器人的工作模式是 see-think-act,所以自然而然地就形成了“传感—计划—行动”(SPA)结构,如图 5-21 所示。从感知进行映射,经过一个内在的世界模型的构造,再由此模型规划一系列的行动,最终在真实的环境中执行这些规划。与之对应的软件结构称为经典模型,也称为层次模型、功能模型、工程模型或三层模型,这是一种由上至下执行的可预测的软件结构。

SPA 机器人系统最典型的结构是建立三个抽象层,分别称为行驶层(Pilot)(最低层)、导航层(Navigator)(中间层)、规划层(Planner)(最高层)。传感器获取的数据经过下面两层的预处理后达到最高“智能”层作实施决策,实际的行驶(如导航和行驶功能)由下面各层执行,最低层再次成为与小车的接口,将驾驶指令发送给机器人的执行器。



图 5-20 特斯拉组装机机器人

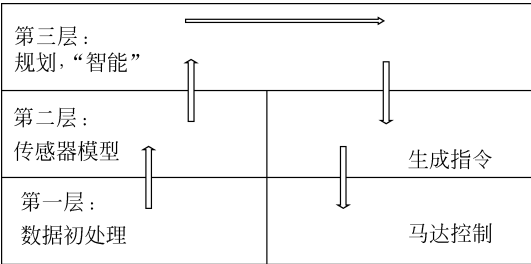


图 5-21 “传感—计划—行动”(SPA)结构

3. 机器人系统

把各种传感器、控制模块、执行构件等多个设备组合在一起,构建一个机器人系统,面临很多复杂的问题,这样机器人专用的中间件就会起到很大作用。研究开发机器人需要高度整合各种各样设备,如果完全从零开始开发,那么在技术上、时间上、金钱上都需要投入巨大的成本。把机器人需要的各类软件要素总结在一起,专门开发用于机器人的中间件,再开发机器人的效率就大为提升,人们就能够实现高速开发、提升可维护性,可以与外部系统更灵活联动。

1) 高效利用网络环境

机器人接收到信息和命令后,组合指令来执行系列任务。这样常需要机器人连网随时获取指令和利用外部资源,特别是存在云端服务器上的资源。

2) 机器人专用中间件

开发者在实际研究开发构建机器人时,面临的最大困难是怎样把多个构成要素组合为一个整体系统。机器人专用中间件可以很好地帮助解决问题,机器人专用中间件有 RT 和 ROS 两种。RT 有开源版本的 OpenHRP3; ROS(Robot Operating System)是一个在欧美地区广泛应用的机器人开发开源平台。

3) 连接到云端的机器人

物联网把设备连接到互联网,当云计算和机器人技术结合后,就成了云机器人。以前生

产线上的设备靠 PLC 控制器编程,在小范围进行设备控制。现在由于物联网技术的快速发展,创造了物联网机器人。

4. 机器人相关技术

机器人技术通常可以分为三个部分:感知、认知和行为控制。感知基于视觉、听觉及各种传感器的信息处理;认知部分负责更高级的语义处理,如推理、规划、记忆、学习等;行为控制部分则是专门对机器人的行为进行控制。

5. 机器人新技术

1) “软体的机器人”——柔性机器人技术

柔性机器人技术是指将柔性材料用于机器人的研发、设计和制造上,控制方式采用记忆合金、气体驱动等。因为柔性材料能够可控地改变自身的形状,所以在管道故障检查、医疗诊断、侦查探测领域应用广泛。目前应用比较成功的方向:机器人的抓取,在对软性的、易碎的物品抓取方面,软体机器人要优于传统的刚性机器人;医疗康复,辅助穿戴式柔性设备目前也取得了成功。

2) “机器人可变形”——液态金属控制技术

液体金属即液态金属,主要应用于消费电子领域,这种金属具有熔融后塑形能力强、高硬度、抗腐蚀、高耐磨等特点。

《终结者》中的液态金属机器人 T1000 的身体是由可还原记忆的液态金属构成,T1000 的每一滴液态金属都是它的 CPU,这些 CPU 拥有独立的思维,既可以分散独立工作,也能自我组合,相互协作。

在 2014 年发现电控可变形液态金属后,清华医学院和中科院理化技术研究所合作在 2015 年 3 月研制出完全摆脱外部电力,可以自主运动的液态金属机器。这一成果为研制实用化智能马达、血管机器人、流体泵送系统、柔性执行器乃至更为复杂的液态金属机器人奠定了基础。

3) “生物信号控制的机器人”——生肌电控制技术

生肌电控制技术是指利用人类肌电信号来控制机器臂的技术,这种技术可以增强人机交互的自然性和主动性,主要应用在远程控制、医疗康复等领域。肌电控制技术是一种生物电控制的典型“人一机系统”,目前比较成熟的应用是肌电控制假肢,与其他方式控制的假肢比起来有很多的优越性。

4) “机器人也可以有皮肤”——敏感触觉技术

触觉技术采用基于电学、微粒子触觉技术等原理等新型触觉传感器,目前还在研究开发光子皮肤,使机器人拥有类似人类皮肤的敏感触觉,从而让机器人对物体的外形、质地和硬度更加敏感,最终胜任医疗、勘探等一系列复杂工作。

5) 机器人会话:智能语音交互技术

语音交互技术是指将语音识别、深度语义理解等技术深度融合起来,使机器更加智能,让人与机器的交互如同人与人的交互一样。

这样的交互方式让机器人就好像是你的一个朋友,而不是一台机器人,它能让人产生自然的交互体验。

6) “机器人可以有‘心理活动’”——情感识别技术

情感识别技术是指通过综合人类面部表情、语音特征以及肢体语言等多状态特征,并通过

感知技术综合判断,实现对人类情感甚至是心理活动的有效识别,使机器人获得类人类的观察、理解、反应能力。这个技术可应用于助残康复、刑侦鉴别、灾害救援和娱乐体验等领域。

7) “用意念操控机器”——脑机接口技术

脑机接口(Brain Machine Interface)技术通过对神经系统的电活动和特征信号的收集、识别及转化,使人脑发出的指令直接传递给指定的机器终端,这种技术在人与机器人的交流沟通中有重大意义。

脑—机接口是神经工程领域领先发展、重点研发的前沿技术。通过解码大脑活动信号获取思维信息,实现人脑与外界的直接交流。从定义上说,脑机接口就是研究如何用神经信号与外部机械直接交互的技术,脑机接口分为植入式和非植入式两大类,植入式电极比非植入式精确度高,还可以编码更复杂的命令(如3D运动)。非植入式更安全,接受程度更高。

8) “机器人为你带路”——自动驾驶技术

通过深度学习、机器学习、人机交互等多种技术的融合发展,已经可以实现汽车、飞机、船舶等交通工具的自动驾驶。应用自动驾驶技术可以解放人类的双手,使人类的生活更加便利。

自动驾驶的最终形态是无人驾驶,也在不断朝着那个方向努力。高级辅助驾驶已经在很多品牌上实现了,正向真正的无人驾驶迈进。

9) “机器人之间可互联”——机器人云服务技术

机器人云服务技术是让机器人本身作为一个执行终端,可以将数据传到云端进行存储与计算,能实现即时响应需求的功能,可以有效实现数据的互通和知识共享,从而为用户提供无限扩展、按需使用的机器人服务方式。

5.5.3 机器人与物联网的结合

随着技术的不断创新以及产业的发展,机器人规模化量产将得以实现,未来机器人入驻每一户家庭将成为现实,并且智能机器人将成为主流。机器人平台也开始悄悄兴起,机器人厂商以智能平台接入第三方应用,开始创建机器人生态圈。

随着各种APP应用的开发、进化、成熟,智能机器人开始不断被赋予更多功能,既能够完成简单家政服务、初步的身体监测、康复护理,又可以进行聊天娱乐,还能控制家电、提醒工作安排、叫车付费等,不久的将来科幻作品中的管家机器人将会变为现实。

未来机器人将会接手人类的大部分甚至全部工作,人类的工作就会面临巨大的挑战,但机器人也会带来新的职业机遇。

机器人离我们的生活已经越来越近,给人类带来了越来越多的便利,未来机器人与物联网逐步结合并深度融合,通过物联网获取参数,为人类、机器人决策做出参考,同时协助机器人完成一些指令,最终物联网与机器人深度融合,机器人通过物联网扩展自己的能力,物联网变成机器人远程触角,物联网与机器人深度融合,实现科技更好地服务于人类。

5.6 物联网+无人机

5.6.1 无人机的概念及其发展历程

无人驾驶飞机(Unmanned Aerial Vehicle,UAV),简称“无人机”,其起源可以追溯到第一次世界大战,美国、英国和法国都在研制无人驾驶飞机。1917年,皮特·库柏(Peter

Cooper)和埃尔默·A. 斯佩里(Elmer A. Sperry)发明了第一台自动陀螺稳定器,能使飞机保持平衡飞行,用到美国海军教练机上变成首架无线电控制的不载人飞行器。

1935年,蜂王号(如图5-22所示)实现无人机重复使用,标志着无人机真正开始的时代,蜂王最高飞行高度17 000英尺^①,最高航速每小时100英里^②。随后无人机被运用于各大战场,执行侦察任务。

1986年,先锋无人机执行了美国海军“侦察、监视并获取目标”等各种实战任务。先锋号起飞重量416磅^③,航速每小时109英里。美军将RQ-7B幻影用于伊拉克和阿富汗战场,它能定位并识别125km之外的目标,幻影200广泛使用于中东地区,如图5-23所示。



图 5-22 蜂王号无人机



图 5-23 幻影 200 无人机

21世纪,民用无人机开始大力发展。2006年,大疆无人机公司成立,先后推出的phantom系列无人机,如图5-24所示,在全球掀起了无人机民用浪潮。



图 5-24 大疆 phantom 无人机

2009年,美国加州3DRobotics无人机公司成立,主要制造和销售DIY类遥控飞行器(UAV)的相关零部件并在2014年推出X8+四轴飞行器。2015年美国Qualcomm公司推出无人机开发平台,作为布局物联网生态圈的重要一环。

无人机是利用无线遥控设备和程序控制装置操纵的不载人飞机。机上安装自动驾驶

① 1英尺=0.3048米。

② 1英里=1.60934千米。

③ 1磅=0.453592千克。

仪、程序控制装置等设备。地面、舰艇上或母机遥控站人员通过雷达等设备,进行跟踪、定位、遥控、遥测和数字传输,在无线电遥控下像普通飞机一样执行整个飞行过程和飞行任务。起飞,可以用自带动力发射升空,也可由母机带到空中投放飞行。回收时,可用与普通飞机着陆过程一样的方式自动着陆,也可通过遥控用降落伞或拦网回收。与载人飞机相比,无人机具有体积小、造价低、对环境要求低、无须提供人类生存环境等优点,广泛用于空中侦察、监视、通信、航拍、测绘、反潜、电子干扰等。

无人机系统(unmanned aerial vehicle system)是无人机及与其配套的通信站、起飞发射回收装置以及无人机的运输、储存和检测装置等的统称。通信站既可建在固定地面,也可以设在车、船或其他平台上,通过通信站可以获得无人机所侦察到的信息、向无人机发布控制指令完成任务。无人机的起飞(发射)方式有地面滑跑起飞、沿导轨发射、空中投放、容器式发射(靠容器内的液压或气压动力发射)等。无人机的回收方式包括自动着陆、降落伞回收、在空中由无人机回收和拦截网回收等。不同类型和不同使用环境下的无人机,可选择不同的系统构成,小型无人机通常采用弹射或火箭发射;而大型无人机则采用起落架或发射车进行发射。

无人机系统主要包括飞机机体、飞控系统、动力系统、数据链系统、发射回收系统、电源系统等。飞控系统即飞行管理与控制系统,是无人机系统的核心部分,对无人机的稳定性、精确度、飞行性能非常重要;数据链系统可以保证对遥控指令的准确传输、接收发送信息的实时可靠,以保证信息的及时有效性;发射回收系统保证无人机顺利升空以达到安全的高度和速度飞行,以及安全回落到地面。

21 世纪初期无人机的应用由军事领域迅速扩展至全球的各个行业,包括通信中继、建筑安全检查、地质勘探、灾难信息收集及救援、森林防火、执法和边境管制监督、风暴追踪、飓风与龙卷风监测预报、电力巡线、影视新闻拍摄、遥感测绘、地理制图、快递运输、农业作物监测、玩具、自拍跟拍、风景观赏、旅游助手等。

Amazon Services LLC 下属广告项目网站 airdronecraze 把无人机技术总结为七代,第一代:各种形式的基本遥控飞机;第二代:静态设计,固定摄像头安装,录像和静态照片,手动驾驶控制;第三代:静态设计,双轴万向节,高清视频,基本安全模式,辅助驾驶;第四代:革命性设计,三轴万向节,1080p 高清视频或更高价值的仪器,改进的安全模式,自动驾驶模式;第五代:革命性设计,360°万向节,4k 视频(分辨率为 3840×2160 , 横向有 4 千个像素点)或更高价值的仪器,智能驾驶模式;第六代:商业适用性,符合安全与监管标准的设计,平台和有效载荷适应性,自动安全模式,智能驾驶模型和完全自主性,空域意识;第七代:为下一代无人机,完整的商业性,完全符合安全和监管标准的设计,平台和有效载荷互换性,自动安全模式,增强智能驾驶模式和完全自主性,全空域意识,自动起飞、着陆以及执行任务。3DRobotics 宣布推出首款集全部功能的智能无人机 Solo,内置有安全保护机制、合规技术、智能传感器以及自我监测设备,是无人机技术的下一个重大革命,将为运输、军事、物流以及商业部门带来新的机遇。

5.6.2 无人机系统分类

无人机是一种有动力、可控制、能携带多种任务设备、执行多种任务并能重复使用的无人驾驶航空器。随着科技的进步,无人机的基本型号也在迅速扩展。

按无人机的规模和起飞重量可分为大型无人机、中型无人机和小型无人机。起飞重量大于 500kg 的称为大型无人机；起飞重量小于 200kg 的称为小型无人机；介于 200~500kg 之间的称为中型无人机。

按用途，无人机可分为军用无人机和民用无人机。民用无人机主要包括民用通信中继无人机、航拍无人机、气象探测无人机、灾害监测无人机、农药喷洒无人机、地质勘测无人机、地图测绘无人机、空中交通管制无人机、边境控制无人机等。军用无人机又有杀伤力和非杀伤力两类，杀伤力无人机主要有软杀伤力和硬杀伤力两类无人机。非杀伤力无人机主要用于训练靶机、战场的侦查与监视、扫雷、探测、通信中继等。软杀伤力无人机有雷达诱饵、电子干扰等。硬杀伤力无人机有炮火的校射、目标指示、反装甲、反辐射等。

按飞行高度可分为低空无人机、中空无人机、高空无人机、临近空间无人机。

按飞行速度可分为低速无人机、高速无人机；按机动性可分为低机动无人机、高机动无人机。

按能源与动力类型可分为螺旋桨式无人机、喷气式无人机、电动无人机、太阳能无人机、燃料电池无人机。

按活动半径可分为近程无人机、短程无人机、中程无人机、远程无人机。

按起降方式可分为滑跑起降无人机、火箭助推/伞降回收无人机、空投无人机、炮射无人机、潜射无人机等。

按飞行原理和结构可分为固定翼无人机和旋翼无人机两大类。

按功能用途可分为靶标无人机、诱饵无人机、侦察无人机、炮兵校射无人机、电子对抗无人机、电子侦听无人机、心理战无人机、通信中继无人机、测绘无人机、攻击无人机、察打一体无人机、预警无人机等。

1. 微型无人机

微型无人机(Micro Unmanned Air Vehicle, MUAV)是由美国科学家布鲁诺·W. 奥根斯坦在 1992 年美国国防高级研究计划局(DARPA)主持的一次未来军事会议上提出的。中国《民用无人驾驶航空器系统驾驶员管理暂行规定》对微型无人机的定义：空机质量小于 7kg 的无人机统称微型无人机。它具有体积小、重量轻、隐蔽性好等优势，在军用、民用方面发挥着重要作用。在军事上被广泛用于侦察、监视等领域，帮助士兵侦察近距离、小范围和复杂环境下的敌情；在民用上有昼夜巡视、航空摄影、公共安全、医疗救援、低空物流、安防监控、森林防火、地质勘探、影视航拍、空中测绘、极地科考等应用。

1) 微型无人机的特点

(1) 具有灵活飞行能力：微型无人机体积小、重量轻，携带方便，可垂直起降、人力抛投或借助简易装置弹射起飞，飞行高度可达上千米，并能够装载 10kg 以内的物品。

(2) 智能化程度高：随着科学技术的发展，无人机系统趋于智能化和自动化，并配备卫星定位系统、高清照相机、摄像机、自航仪、电子地图等软硬件，可实现遥控飞行、半自主飞行和按预编航线自动飞行等。通过无线通信系统，能够实时将空中影像传回地面端，具备双向通信能力。

(3) 易于操作：微型无人机运行、维护操作简便。

(4) 可执行高危任务：微型无人机可以飞行到人类难以达到、危险的区域，或是在不良气候条件下执行各类紧急任务。

(5) 可获取高清影像: 微型无人机可承载高精度成像、瞬时成像设备, 容易获取空中角度拍摄的高分辨率图像。

(6) 造价相对低廉: 一台微型或轻型无人机售价从几百元到数万元, 造价低廉。

2) 微型无人机的关键技术

微型无人机的常用任务是实现图像信息的获取与无线传输, 微型无人机图像无线传输系统受微型无人机本身特点的限制, 涉及一些关键技术。

(1) 图像压缩编码算法: 微型无人机图像无线传输系统很多采用模拟方式, 这种方式易受复杂环境干扰, 其有效传输距离有限且传输速率低。数字传输更适合于远距离图像传输, 且抗干扰能力强, 图像传输质量不易受环境干扰、加密方便、易于直接通信。采用数字传输图像数据量大、需要占用带宽宽, 而传输速率低, 为实现图像、视频的实时传输, 需要高压缩率压缩编码算法、AI 技术辅助、低功耗、高运算速度的集成芯片来满足图像、视频的实时传输。

(2) 纠错编码技术: 复杂战场环境存在强电磁干扰, 图像传输易错、时变, 需采用低误码率、低传输时延的信道编码对图像信息流进行差错控制和纠错编码。

(3) 目标图像稳像技术: 由于微型无人机飞行状态多变, 拍摄的图像信号质量极不稳定, 需要稳定拍摄目标图像技术。

(4) 图像实时传输: 图像数据传输能力的提升包括降低传输系统的能耗、重量、尺寸及提高图像实时传输的距离。通过采用高增益天线、高效图像压缩算法等方法提升图像数据传输能力。

2. 小型无人机

小型无人机尺寸较小、应用灵活, 在军用方面可作为空中侦察平台和武器平台执行侦察监视、对地攻击、电子干扰、通信中继、目标定位等任务。在民用方面可用于航空摄影、气象探测、遥感、勘探测绘、环境研究、核辐射探测、通信中继、水灾监视、山体滑坡监测、泥石流监测、森林火灾防救、电力线路检查、大型牧场和城区监视等方面。

小型无人机系统主要由飞控系统、动力系统、无线图像接收单元、无线传输系统、云台控制系统、高清地面监视器、地面站导航控制系统、电源系统等多个部分构成。地面人员通过地面控制系统操控小型无人机, 或通过机载导航控制系统设计飞行路线并采集现场数据, 通过机载无线传输系统回传到地面接收机, 地面接收机通过信号解码, 获取收集到的各种信息。

小型无人机具有工作性能稳定可靠、易携带、快速工作等优点, 有以下优势。

(1) 机动灵活, 成本低: 小型无人机执行任务所耗费资源少, 飞行费用低, 使用风险低, 造价低廉, 易于推广普及, 体积小, 机动灵活, 便于运输携带, 可快速到达现场开展工作, 隐蔽性好, 可超视距自动驾驶, 任务功能多样化, 可根据不同任务需求快速搭载所需的设备开展空中作业。

(2) 性能稳定, 技术日趋成熟: 随着各种复合材料技术的成熟并应用到无人机中, 无人机的机体结构强度更好, 重量更轻。无人机所用的电子操控设备(包括舵机、接收机、飞控主板等航电装置)性能越来越稳定、安全、可靠。锂电池及新电源技术的发展可为使用电机作为推动力的小型无人机提供更长的续航时间, 满足应用需求。

(3) 操控技术智能化: 随着无人机技术的日趋成熟, 地面站控制系统更加智能化、简单化, 更容易操作控制。

小型无人机的应用非常广泛,对于地震、山体滑坡、泥石流等地质灾害,利用小型无人机可实现快速部署,采集灾区高清视频和高精度图片,实时监控灾害地区,帮助指挥员了解灾情,引导搜救力量及时解救被困人员,为抢险救灾争取宝贵时间。

搭载红外热成像视频采集设备的无人机,对热源有敏感反应,通过采集到热成像图片,能快速分析地面的小微火点或热源,把火灾损失降到最低,可用于林区安全巡查。

在海事领域,相比较传统的海面船只,无人机具有独特的优势,遇到海难,搭载实时高清视频采集传输设备的无人机,以海难出事地点为中心,根据气象及水文情况,通过地面导航设置扫描飞行路线,能及时发现漂浮的生还者,引导海面船只前往营救。此外,针对重点航道、重点水域,海事部门可以用无人机来监测过往船只的排污情况,对非法排污的船只及时发现并进行取证。

3. 中型无人机

中型无人机起飞重量介于 200~500kg 之间。相同规格参数的固定翼无人机巡航速度和升限比旋翼无人机高,适合长时间、远距离的飞行任务,如高空侦查、勘探等任务。旋翼无人机由于可以悬停和低速飞行,因此近距离、低速运动或者长时间保持同一视角的观测任务需要使用旋翼无人机完成。旋翼无人机可以垂直起降,使用的灵活性较高。

常见中型旋翼无人机飞行时间达到 6h,控制距离达到 150km,可用于输电线路巡视工作。中型旋翼无人机荷载达 200kg,可搭载多种传感器进行多维度的观测。旋翼无人机可以悬停和低速飞行,能够完成精细化巡视和快速巡视工作。

4. 大型无人机

21 世纪以来,大型无人机得到快速的发展。美国的全球鹰,如图 5-25 所示,机身长 13.4m,翼展 35.5m,最大起飞重量 11 610kg,载油量为 6577kg,可有效承受负载为 900kg。机身上配置有涡扇发动机,最大飞行速度和巡航速度可达 740km/h,续航距离可达 26 000km,可持续飞行时间为 42h。负载侦察防御设备齐全,包括合成孔径雷达、红外线探测器、摄像设备、电子对抗以及通信设备等。

欧洲 Barrakuda 机身长 9.5m,机重为 3000kg。Barrakuda 采用欧洲研制的“伽利略”卫星导航系统,可以与惯性导航和红外结合形成复合导航;Barrakuda 可以在高空中进行长距离侦察,并配备了舱内携弹和发射系统,拥有着较为出色的侦查能力。

中国翼龙无人机(如图 5-26 所示)是一架中低空军民两用无人机;可携带多种侦察设备和激光照射且测距设备以及电子对抗设备实施监视和侦查任务,也可以携带小型空对地打击的武器实施对地攻击任务。



图 5-25 美国全球鹰无人机



图 5-26 中国翼龙无人机

5.6.3 无人机结构与飞行原理

1. 无人直升机结构与飞行原理

无人直升机系统由旋翼、尾桨、机体、控制与导航系统、动力装置、无线通信系统、任务载荷设备等组成。控制与导航系统包括地面控制站、机载姿态传感器、飞控系统、定位与导航设备、飞行监控及显示系统等,是无人直升机系统的关键部分。无线通信系统包括无线电传输与通信设备等,由机载数据终端、地面数据终端、天线、天线控制设备等组成。任务载荷设备包括光电、红外和雷达侦察设备、电子对抗设备、通信中继设备等。

无人直升机的飞行原理与直升机的相似,不同点在于飞行控制方面。无人直升机的升力和推力均通过螺旋桨(主旋翼)的旋转获得,其动力和操作系统与各类固定机翼飞机不同,固定翼飞机原理从根本上说是对各部位机翼的状态进行调节,在机身周围制造气压差而完成各类飞行动作的,并且发动机只能提供向前的推力。直升机的主副螺旋桨(主旋翼和尾旋翼)可在水平和垂直方向上对机身提供动力,不需要普通飞机那样的巨大机翼。无人直升机与普通直升机不同,不需要飞行员控制。

2. 多旋翼无人机结构与飞行原理

常见的四旋翼无人机的四个旋翼对称分布在机体的前后、左右四个方向,四个旋翼处于同一高度平面,且四个旋翼的结构和半径都相同,四个电机对称地安装在飞行器的支架端,支架中间空间安放飞行控制器和外部设备。

四旋翼飞行器通过调节四个电机转速来改变旋翼转速,旋翼高速旋转产生向下的气流,无人机获得向上的升力,飞机起飞。四旋翼飞行器是一种六自由度的垂直升降机,四个输入力实现六个状态输出,通过控制它的电机和电机之间的功率和方向,实现垂直运动、俯仰运动、滚转运动、偏航运动、前后运动、倾向运动。

多旋翼无人机的动力系统主要包括电池、电机、螺旋桨和电调。电池为无人机提供能量;多旋翼无人机大多采用无刷电机是因为无刷电机效率高、寿命长、成本低;螺旋桨通过高速旋转为无人机提供最直接的动力;电调是飞控连接电机的重要组成部分,主要负责电机的转速的控制与电机电能的供给。

多旋翼无人机有悬停、升降、进退、横滚、偏航五种飞行姿态。在理想飞行环境下,处于悬停状态下的无人机螺旋桨不产生水平方向的力,起飞重量决定了无人机从起飞到降落所需消耗的能量;四旋翼产生的推力永远垂直于四个旋翼所在的平面,四旋翼无人机处于悬停状态时,推力垂直于水平面向下;螺旋桨在旋转过程中会受到旋翼所在平面内、方向与螺旋桨旋转方向相反的来自空气的阻力,处于悬停状态的四旋翼无人机,受到的扭力是相互抵消的,通过控制螺旋桨的转速,改变扭力大小,从而可实现横滚、偏航等飞行姿态。

3. 固定翼无人机结构与飞行原理

固定翼无人机主要由机身及机翼、起落架、发动机、螺旋桨、油箱或电池、机上飞行控制系统、通信天线(地面运用)、机载 GPS、地面控制导航及监控系统、人工控制飞行遥控器、数码相机、地面供电设备、降落伞、弹射式起飞轨道等组成。

固定翼无人机与多旋翼无人机不同,它通过动力系统和机翼产生升力,实现起飞,依靠副翼和尾翼实现控制俯仰和滚转。

固定翼无人机的动力系统分为电动和油动两种。电动固定翼无人机的动力系统与多旋

翼无人机的动力系统相似。油动动力系统主要由发动机、点火器、油箱、油管和螺旋桨组成。发动机的性能与飞行环境的温度、湿度、海拔等因素息息相关,为使发动机获得稳定的动力性能,平衡主油针与副油针尤为重要。

固定翼无人机的控制与导航系统与多旋翼无人机相似,固定翼无人机需要空速管确定飞机当前航速,以及通过调整舵面和发动机的转速来改变飞行姿态,多旋翼无人机是通过改变电机转速来控制飞机飞行姿态的。

固定翼无人机的起飞方式分为三种,分别为滑跑、弹射、手抛。在进入正常飞行阶段之前都必须具备一定的初速度,在具备初速度的情况下,空气会以一定的速度流过飞机,空气在流经机翼时,上下表面会产生不同的流速,从而形成压力差(即向上的升力)实现留空飞行。

固定翼无人机的起降需要比较空旷的场地,比较适合林业及草场监测、矿山资源监测、海洋环境监测、城乡结合部和土地利用监测以及水利、电力等领域的应用。

5.6.4 无人机相关技术

无人机相关技术主要有无人机动力技术和无人机电子技术。

1. 无人机动力技术

飞控是无人机的大脑,动力装置是无人机的核心。动力是无人机的关键技术之一,直接影响到无人机的性能、成本和可靠性。无人机动力装置包括无人机的发动机以及保证发动机正常工作所必需的系统和附件。无人机动力装置系统分为燃油类发动机系统和电力动力系统两类,大多数民用无人机采用电力动力技术,电力动力系统优点是体积小、重量轻、使用灵活、易于维护。

无人机使用的燃油类发动机,主要有活塞式发动机、涡喷发动机、涡扇发动机、涡轴发动机。大型、小型、轻型无人机广泛采用活塞发动机系统。活塞式发动机是无人机主要使用的燃油类发动机,又称复式发动机,由汽缸、活塞、连杆、曲轴、气门机构、螺旋桨减速器、机闸等组成。该发动机通过燃料在汽缸内燃烧,将热能转变为机械能。活塞式发动机系统一般由发动机本体、进气系统、镇压器、点火系统、燃油系统、启动系统、润滑系统以及排气系统构成。

小、微无人机中普遍使用的是电动机动力系统。电动机动力系统主要由动力电机、动力电源、调速系统、螺旋桨四部分组成。

(1) 无人机使用的动力电机主要分为有刷电机和无刷电机,无人机大多采用无刷电机,无刷电机无摩擦,外壳旋转,线圈不动,效率高,寿命长,成本低,耐用。无人机动力电机的技术指标最常用的是转速和功率。电机转速常采用 kV 进行标识,kV 值定义为转速/V,表示输入电压增加 1V,无刷电机空转转速增加的转速值。如电机标识 kV1600,当使用 15V 的电池时,空转转速可以达到 $1600 \times 15 = 24\,000$,也就是每分钟 24 000 转。kV 值越大转速越高扭力越小,kV 值越小转速越低扭力越大。转矩(力矩、扭矩)是指电机中转子产生的可以用来带动机械负载的驱动力矩,在同等功率下,转矩和转速基本成反比。

大疆的动力系统采用的是无刷电机,最佳工作点的效率能达到 70%,属于高转速低扭矩类型,如果实际要求低转速高扭矩,减速箱会导致效率很快下降。电机内离心式风冷系统,内置高效散热阵列。

极飞的无人机电机主要是非密封盘式电机,盘式电机又叫碟式电机,体积小、重量轻、效率高,一般电机的转子和定子是里外套着装的,盘式电机为了薄,定子和平的基板上,转子是盖在定子上的,一般定子是线圈,转子是永磁体或粘有永磁体的圆盘。常规永磁电机齿根部容易饱和、齿槽转矩严重,电机的定位力矩比较大,启动困难,传统的电机定子把转子包在里面了,散热性差,盘式电机比较好地克服这些弱点。

瑞道采用纳米高分子复合材料取代传统电机铁芯的永磁无刷同步盘式电机,如图 5-27 所示。由于无铁芯,彻底消除了由于铁芯形成涡流而造成的电能损耗、磁滞损耗,同时其重量和转动惯量大幅降低,从而减少了转子自身的机械能损耗,效率高达 98%,体积小、功率密度高,采用碟片叠加结构可以成倍增加功率和扭矩,不但具有突出的节能特点,更为重要的是具备了铁芯电动机所无法达到的控制、容错、回馈储能特性。除了在无人机中特别是载重无人机应用,这种电机还可以广泛应用于电动汽车、机器人、舰船潜艇、飞机航天、高铁地铁、发电、医疗、家电中。

无人机组载重,一般无人机普通的电机情况下,多旋翼的四旋翼载重最多达到 3kg,工业级无人机,一般是 5~50kg 的荷重。大壮多旋翼无人机,可载 60kg。顺丰大型无人机,航程 3000km、载重 1200kg,并实现了无人化自主控制。目前小型无人机集中在航拍这个领域,所以该类无人机组载能力较小。大型的无人机可以应用于物流、医疗救援(如图 5-28 所示)等领域。载重无人机对电机要求也很高,除了电机效率,还要较大的转矩,如采用盘式电机叠加结构可以容易达到转矩需求。



图 5-27 瑞道电动机和发电机



图 5-28 载物流无人机组

(2) 动力电源主要为动力电机的运转提供电能。常用电池包括镍氢电池、镍铬电池、锂聚合物、锂离子动力电池。前两种电池因能量密度低基本上被锂聚合物动力电池取代。动力电池不同于普通意义上的电池,需要具有能量密度大、重量轻等特点。对于电池最为关键的性能参数就是电压值、储能容量以及放电能力,特别是极端环境下如超低温、超高温(如瑞道的电池技术能做到 $-55^{\circ}\text{C}\sim+90^{\circ}\text{C}$ 温度范围使用)的正常放电能力。

由于无人机需要克服自身的重力做功,因此,对于电池的重量要求较高,而增大电池容量又会导致重量增加。对小微无人机,同样容量下重量较轻的聚合物锂离子电池较好地满足需要,当从悬停状态迅速提高油门到最高速度,电池功率会迅速提高,短时间内几倍的功率提高,聚合物锂离子电池也能够满足这样的功率变化。对于载重无人机就需要大功率电池,如磷酸铁锂电池可以更好地为大载重提供电能。

(3) 动力电机的调速系统即电子调速器(电调),简称 ESC。根据飞行控制器发出的 PWM 信号控制动力电机的转速。动力电源、电调、动力电机按如下方式连接:动力电源连

接电调的电源输入线；飞行控制器的控制信号线与电调的信号线连接；电调的动力输出线与动力电机进行连接。电调一般配有电源输出线(BWC)，一般都会在信号线上，用来给飞行控制器、遥控接收机或者舵机供电。

(4) 螺旋桨是直接产生推力的部件，同样追求最高效率。匹配的电机、电调和螺旋桨搭配，可以在相同的推力下耗用更少的电量，这样就能延长无人机的续航时间。通常螺旋桨是有正反两种方向，因为电机驱动螺旋桨转动时，本身会产生一个反扭力，会导致机架反向旋转。通过一个电机正向旋转、一个电机反向旋转，可以互相抵消这种反扭力，相对应的螺旋桨的方向也就相反了。

2. 无人机电子设备

飞控系统是无人机的核心控制装置，相当于无人机的大脑，是否装有飞控系统也是无人机区别于普通航空模型的重要标志。导航控制方式已经实现自主飞行和智能飞行，这对飞行控制计算机的精度提出了更高的要求；随着小型无人机执行任务复杂程度的增加，对飞控计算机运算速度的要求也更高；小型化对飞控计算机的功耗和体积也提出了高要求。

飞控系统实时采集各传感器测量的飞行状态数据、接收由地面测控站上行信道送来的控制命令及数据，经计算处理，输出控制指令给执行机构，实现对无人机中各种飞行模态的控制和对任务设备的管理与控制；同时将无人机的状态数据及发动机、机载电源系统、任务设备的工作状态参数通过机载无线电通信设备经无线电下行信道发送回地面测控站。

按照功能划分，飞控系统的硬件包括主控制模块、信号调制及接口模块、数据采集模块以及舵机驱动模块等。主控制模块是飞控系统核心，它与信号调制模块、接口模块和舵机驱动模块相组合，只需要修改软件就可以满足一系列小型无人机的飞行控制和飞行管理功能要求。

无人机的导航系统负责向无人机提供参考坐标系的位置、速度、飞行姿态等矢量信息，引导无人机按照指定航线飞行，无人机载导航系统主要分非自主(如北斗、GPS)和自主(惯性制导)两种，存在的问题分别是非自主易受干扰，自主误差积累效应，未来无人机需要障碍回避、物资或武器投放都需要高精度、高可靠性、高抗干扰性能，导航技术未来发展的方向是多种导航结合，如“惯性+多传感器+GPS+光电导航系统”。

舵机是位置(角度)伺服的驱动器，适用于需要角度不断变化并可以保持的控制系统。在航模、车模、潜艇模型、遥控机器人中使用普遍。工作原理是：控制信号由接收机进入调制芯片，获取直流偏置电压。内部有一个基准电路产生基准信号，将获得的直流偏置电压与电位器的电压比较，获得电压差输出。电压差输出到电机驱动芯片，电压差的正负决定电机的正反转。当电机转速一定时，通过级联减速齿轮带动电位器旋转，使得电压差为0，电机停止转动。无人机的角度偏移是由舵机控制。

无人机的传感器有加速度传感器、倾角传感器、电流传感器、磁传感器、气压计 GNSS 模块等。加速度传感器用于确定位置和无人机的飞行姿态，在维持无人机飞行控制中起到关键的作用。如 MEMS 加速度传感器有多种方式感知运动姿态，能够感知微小运动。倾角传感器集成了陀螺仪和加速度传感器，为无人机飞控系统提供保持水平飞行的数据。

电流传感器主要监测无人机的电能问题，由于电能的消耗和使用非常重要，尤其是在电池供电的情况下。电流传感器可用于监测和优化电能消耗，确保无人机内部电池充电和电机故障检测系统的安全。

磁传感器为无人机提供惯性导航和方向定位系统信息。基于各向异性磁阻技术的传感器,有功耗优势,同时具有高精度、响应时间短等特点,适用于无人机的应用。

气压计测量大气压值,根据该数值可计算绝对海拔高度。气压计在使用过程中存在的问题是,在近地面飞行时,“地面效应”的存在会导致飞机周围气体的气压分布与静止状态下的大气不同,使得无法用气压计来测算出高度。通常的解决办法是在起飞或降落时使用其他传感器,如超声波传感器或激光测距仪。

GNSS 模块能测量地理坐标(经纬度)、海拔高度、线速度以及航向角(RTK 系统)等。在使用 GNSS 模块时,卫星信号的接收天线需要注意屏蔽电磁干扰。

无人机遥控通常采用 2.4GHz 的频率进行操作指令的传输。在一部无人机上,可以分为“飞手”和“云台手”两套遥控,前者主要进行无人机飞行方面的操作,后者主要进行航拍云台方面的操作,两者也可以合二为一。

在航拍无人机上图传常采用 5.8GHz 的频率传输图像画面。图传除了把飞机上采集的图像传输到使用者面前的屏幕上,还可以传输飞机的飞行数据。在使用者显示端能看到飞机实时的图像和高度、速度信息。

在地面端,图传接收器接收到信号后显示到屏幕上,在地面就能看到天空中的画面,从而进行取景拍摄,以及飞行数据的监察。通过采用 2.4GHz 频率的信号进行操作指令的传输,来控制无人机的上升、下降、相对静止。

5.6.5 无人机产业发展趋势及展望

早期无人机多用于军事,包括侦察、情报收集等,21 世纪以来,无人机在民用应用领域快速拓展,如民用通信中继无人机、气象探测无人机、灾害监测无人机、农药喷洒无人机、地质勘测无人机、地图测绘无人机、交通管制无人机等,民用无人机涉足地质、农业、气象、通信等多个学科,为工农业提供了极大的便利,科技的进步也大大推动了无人机行业的快速发展。

无人机在农林行业主要以调查、取证、评估为主,农林行业对绝对定位精度、3D 坐标观测精度要求较低,无人机可以轻松完成对作物长势、病虫害、土壤养分、植被覆盖、旱涝影响以及森林动态等信息的监测,推动了农林产业的研究进入量化精准决策的阶段。

无人机在矿业、能源、交通等领域也得到了广泛的应用,如矿产资源的开采需要环境等数据,保证开采作业的安全性,无人机可以克服恶劣的地理环境,采用低空勘测的方法完成数据采集;矿产资源开采过程中,无人机可以为矿区环境的保护、整治提供详尽的数据信息。

消费级无人机逐步进入我们的生活。随着物联网技术日趋成熟,人工智能技术发展迅猛,未来新型无人机将向着集群化、智能化、网络化方向发展。

为了充分发挥无人系统的优势,无人系统之间实现陆海空互操作相互配合,实现各系统之间的信息数据共享,相互合作共同组成未来战场上的陆海空作战无人系统。随着技术的发展和自主化水平的提高,无人系统将逐渐实现无人机集群化、协助化、智能化、网络化,达到实时全面的自主,既可以为物联网提供动态化网络,本身又可以作为物联网终端,实现数据采集、任务执行。

5.7 物联网 + 3D 打印

5.7.1 3D 打印简介

1. 3D 打印概念

3D 打印(3D Printing), 三维打印, 相对于传统减材加工制造技术, 3D 打印是增材制造, 是快速成型技术的一种, 是以数字模型文件为基础, 运用粉末状金属或者塑料等可黏合材料, 通过逐层打印的方式来构造物体的技术。

3D 打印技术起源可以追溯到 19 世纪末的美国, 学名为“快速成型技术”。直到 20 世纪 80 年代才出现成熟的技术方案, 面向企业级的用户。今天, 尤其是 MakeBot 系列以及 REPRAP 开源项目的出现, 使得越来越多的爱好者积极参与到 3D 打印技术的发展和推广中。

传统喷墨打印机工作过程是通过计算机发出打印控制指令, 喷墨打印机把计算机传送过来的文件, 通过将一层墨水喷到纸的表面以形成一幅二维图像。3D 打印也是这样, 通过单击控制软件中的“打印”按钮, 控制软件通过切片引擎完成一系列数字切片, 然后将这些切片信息传送到 3D 打印机上, 后者会逐层打印, 然后堆叠起来, 直到一个固态物体成型。

2. 发展历史

19 世纪末, 由于受到两次工业革命的刺激 18~19 世纪欧美国家的商品经济得到了飞速的发展, 为了满足科研探索和产品设计的需要, 快速成型技术从这一时期已经开始萌芽。2012 年 4 月, 英国著名经济学杂志 *The Economist* 一篇关于第三次工业革命的封面文章全面地掀起了新一轮的 3D 打印浪潮, 以编年史的形式简述了 3D 打印技术的发展历程:

1892 年, Blanthier 首次提出使用层叠成型方法制作地形图的构想。

1940 年, Perera 提出可以沿等高线轮廓切割硬纸板然后层叠成型制作 3D 地形图的方法。

1972 年, Matsubara 在纸板层叠技术的基础上首先提出使用光固化材料, 光敏聚合树脂涂在耐火的颗粒上面, 然后这些颗粒将被填充到叠层, 加热后会生成与叠层对应的板层, 光线有选择地投射到这个板层上将指定部分硬化, 没有扫描的部分将会使用化学溶剂溶解掉, 这样板层将会不断堆积直到最后形成一个立体模型, 这样的方法适用于制作传统工艺难以加工的曲面。

1989 年, 美国德克萨斯大学奥斯汀分校的 C. R. Dechard 发明了选择性激光烧结工艺 (Selective Laser Sintering, SLS), SLS 技术应用广泛并支持多种材料成型, 如尼龙、蜡、陶瓷, 甚至金属。

1993 年, 美国麻省理工大学的 Emanuel Sachs 教授发明了 3D 印刷技术 (Three-Dimension Printing, 3DP), 3DP 技术通过黏接剂把金属、陶瓷等粉末黏合成型。

2005 年, Z Corporation 公司推出世界上第一台高精度彩色 3D 打印机 Spectrum Z510, 让 3D 打印走进了彩色时代。

2007 年, 3D 打印服务创业公司 Shapeways 正式成立, 建立起了 3D 打印设计在线交易平台, 为用户提供 3D 打印服务。

2008 年,第一款开源的桌面级 3D 打印机 RepRap 发布。

2013 年,《科学美国人》(Scientific American)的中文版评选出了 2012 年最值得铭记、对人类社会产生影响最为深远的十大新闻,其中 3D 打印位列第九。

5.7.2 3D 打印的原理与技术

1. 3D 打印的原理

3D 打印技术采用分层加工、叠加成型来完成 3D 实体打印。每一层的打印过程分为两步,第一步在需要成型的区域喷洒一层特殊胶水,第二步是喷洒一层均匀的粉末,粉末遇到胶水会迅速固化结结,没有胶水的区域仍保持松散状态。在一层胶水一层粉末的交替下实体模型打印成型,打印完毕后扫除松散的粉末即可创出模型,剩余粉末还可循环利用。

3D 打印按材料可分为块体材料、液态材料和粉末材料等。按照美国材料与试验协会(ASTM)、3D 打印技术委员会(F42 委员会)的标准,七类 3D 打印工艺与所用材料如表 5-2 所示。

表 5-2 七类 3D 打印工艺与所用材料

工 艺	代 表 公 司	材 料	市 场
光固化成型	3D System(美国) EnvisionREC(德国)	光敏聚合材料	成型制造
材料喷射	Objet(以色列) 3D System(美国) SolidScape(美国)	聚合材料、蜡	成型制造 铸造模具
黏接剂喷射	3D System(美国) ExOne(美国) Voxeljet(德国)	聚合材料、金属、铸造砂	成型制造 压铸模具 直接零部件制造
熔融沉积制造	Stratasys(美国)	聚合材料	成型制造
选择性激光烧结	EOS(德国) 3D System(美国) Arcam(瑞典)	聚合材料、金属	成型制造 直接零部件制造
片层压	Fabrisonic(美国) Mcor(爱尔兰)	纸、金属	成型制造 直接零部件制造
定向能量沉积	Optomec(美国) POM(美国)	金属	修复 直接零部件制造

2. 3D 打印技术分类

1) 光固化成型

光固化成型技术(Stereo Lithography Apparatus, SLA),使用光敏树脂为材料,通过紫外光照射凝固成型,逐层固化,最终得到完整的产品,如图 5-29 所示。

光固化树脂材料主要包括齐聚物、反应性稀释剂及光引发剂。该技术优点是原材料的利用率将近 100%、成型过程自动化程度高、尺寸精度高、表面质量优良、可以制作结构复杂的模型;缺点是价格高,制件易变形,可使用材料、液态树脂有气味和毒性,制作物品较脆等。

2) 熔融沉积制造

熔融沉积(fused deposition modeling,FDM)又叫熔丝沉积,是将丝状热熔性材料加热融化,通过带有一个微细喷嘴的喷头挤出。热熔材料融化后从喷嘴喷出,沉积在制作面板或者前一层已固化的材料上,温度低于固化温度后开始固化,通过材料的层层堆积形成最终成品,如图 5-30 所示。

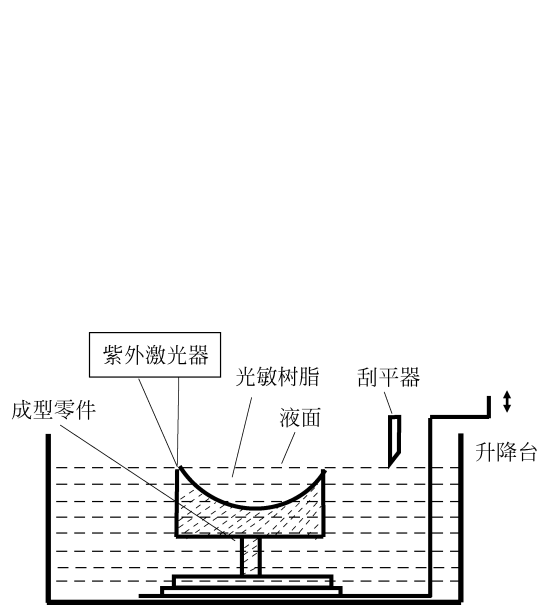


图 5-29 SLA 工作原理示意图

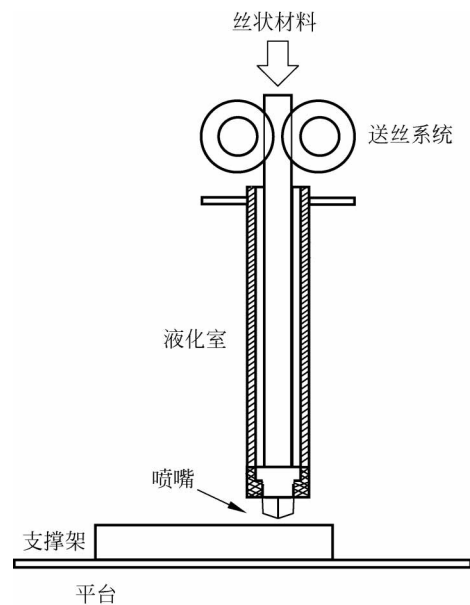


图 5-30 FDM 工作原理图

使用的材料一般是热塑性材料,如 ABS、PC、蜡、尼龙等。优点是系统构造原理和操作简单、成本低、材料的利用率高、去支撑简单等;缺点是成型件的表面有明显的条纹、沿成型轴垂直方向的强度比较弱、需要设计与制作支撑结构、打印速度慢。还有多喷头 FDM 和气压式 FDM,实现多种材料的混合打印。

3) 选择性激光烧结

选择性激光烧结(selecting laser sintering,SLS)利用粉末材料在激光照射下烧结的原理,由计算机控制层叠堆积成型。步骤是:首先铺一层粉末材料,将材料预热到接近熔点,再使用激光在该层截面上扫描,使粉末温度升至熔点,然后烧结形成粘接,接着不断重复铺粉、烧结的过程,直至完成整个模型成型,如图 5-31 所示。该工艺能制造塑料、陶瓷、石蜡、金属等材料零件。

技术优点是可采用多种材料如尼龙、聚碳酸酯、聚苯乙烯、聚氯乙烯等,制作工艺简单、无须支撑结构、材料利用率高、打印的零件机械性能好、强度高。其缺点是制作表面粗糙、烧结过程挥发异味、制作过程需要比较复杂的辅助工艺、材料粉末比较松散,烧结后成型精度不高等。

4) 聚合物喷射技术

聚合物喷射技术(PolyJet)原理如图 5-32 所示。

喷射打印头沿 X 轴方向来回运动,工作原理类似喷墨打印机,区别是喷头喷射的是光

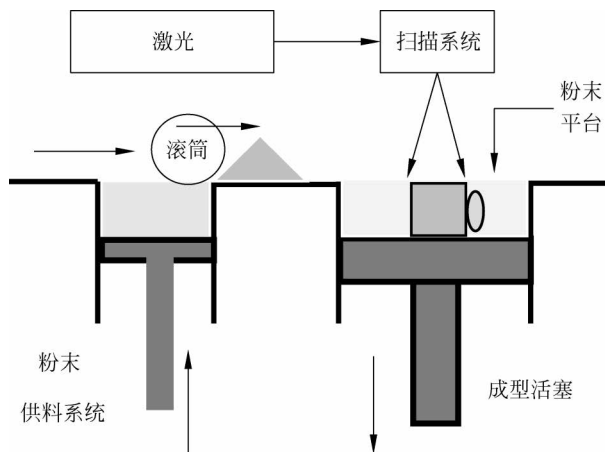


图 5-31 SLS 工作原理图

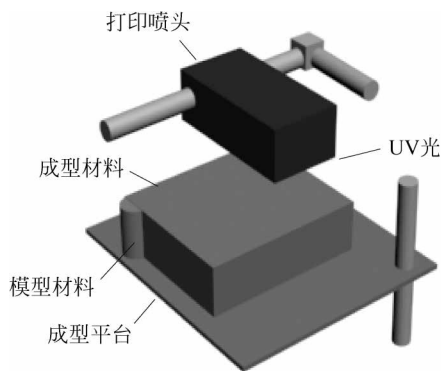


图 5-32 聚合物喷射技术原理图

敏聚合物。当光敏聚合材料被喷射到工作台上后,UV 紫外光灯将沿着喷头工作的方向发射出 UV 紫外光对光敏聚合材料进行固化。

完成一层的喷射打印和固化后,设备内置的工作台会精准地下降一个成型层厚,喷头继续喷射光敏聚合材料进行下一层的打印和固化。由一层接一层平面打印实现整个工件打印制作完成。

PolyJet 使用的激光光斑为 $0.06 \sim 0.10\text{mm}$,打印精度高于 SLA。PolyJet 可以使用多喷头,在打印光敏树脂的同时,可以使用水溶性或热熔型支撑材料。而 SLA/DLP 的打印材料与支撑材料来源于同一种光敏树脂,所以去除支撑时容易损坏打印件。

由于可以使用多喷头,可以实现不同颜色和不同材料的打印。

PolyJet 的优点主要如下:

- (1) 打印精度高。高达 $16\mu\text{m}$ 的层分辨率和 0.1mm 的精度,确保获得光滑、精准部件和模型。
- (2) 清洁。适合于办公室环境,采用非接触树脂载入/卸载,支撑材料的清除容易。
- (3) 打印速度快。全宽度上的高速光栅构建,可实现快速的打印,无须二次固化。
- (4) 用途广。由于打印材料品种多样,可适用于不同几何形状、机械性能及颜色的部

件。此外,所有类型的模型均使用相同的支持材料,因此可快速便捷地变换材料。

PolyJet 的缺点主要如下:

需要支撑结构,耗材成本相对较高,成型件强度较低。

5) 电子束选区熔化技术

电子束选区熔化技术(electron beam selective melting,EBSM)是采用高能电子束作为加工热源,扫描成形通过操纵磁偏转线圈进行,电子束真空环境可以避免金属粉末在液相烧结或熔化过程中被氧化。

利用金属粉末在电子束轰击下熔化的原理,先在铺粉平面上铺展一层粉末并压实;然后电子束在计算机的控制下根据截面轮廓的信息进行有选择的熔化、烧结层层堆积,直至整个零件全部熔化、烧结完成。

该技术无须扫描机械运动部件,电子束移动方便快捷,可实现快速偏转扫描功能。由于电子束的能量利用率高、熔化穿透能力强、可加工材料广泛等特点,使 EBSM 在人体植入、航空航天小批量零件、野战零件快速制造等方面具有独特的优势。

EBSM 技术的优点如下:

(1) 成型过程不消耗保护气体。完全隔离外界的环境干扰,没有金属氧化问题。

(2) 无须预热。由于成型过程是处于真空状态下进行的,热量的散失只有靠辐射完成,无对流作用,成型过程中热量保持好,无须预热装置。

(3) 力学性能好。成型件组织非常致密,可达 100% 的相对密度。由于成型过程中在真空下进行,成型件内部一般不存在气孔,成型件内部组织呈快速凝固形貌,力学性能甚至比锻压成型试件好。

(4) 纯度好。在真空环境中成型没有其他杂质,是其他快速成型技术难以做到的。

(5) 不需支撑。成型过程采用粉末作为支撑,不需要额外添加支撑,省去了成型前需添加支撑,成型后需去除支撑,节省了成型时间。

EBSM 技术的缺点如下:

(1) 受制于电子束无法聚到很细,精度有待提高。

(2) 成型前需长时间抽真空,抽真空占去了总机大部分功耗。

(3) 成型完后,热量只能通过辐射散失,降温时间长。

(4) 真空室的四壁必须高度耐压。

(5) 为保证电子束发射的平稳性,成型室内要求高度清洁,工艺要求高。

(6) 采用的高电压会产生较强的 X 射线,需采取防护措施。

6) 叠层实体制造

叠层实体制造(laminated object manufacturing,LOM)由计算机、材料存储及送进机构、热粘压机构、激光切割系统、可升降工作台、数控系统和机架等组成。

LOM 原理是在工作台上制作基底,工作台下降,送纸滚筒送进一个步距的纸材,工作台回升,热压滚筒滚压背面涂有热熔胶的纸材,将当前迭层与原来制作好的迭层或基底粘贴在一起,切片软件根据模型当前层面的轮廓控制激光器进行层面切割,逐层制作,当全部迭层制作完毕后,将多余废料去除,如图 5-33 所示。所用材料主要是应用纸、塑料薄膜、金属箔等薄层材料。技术优点是原材料价格便宜、制作尺寸大、无须支撑结构、操作方便等,缺点是工件表面有台阶纹、工件的抗拉强度和弹性差、易吸湿膨胀等。

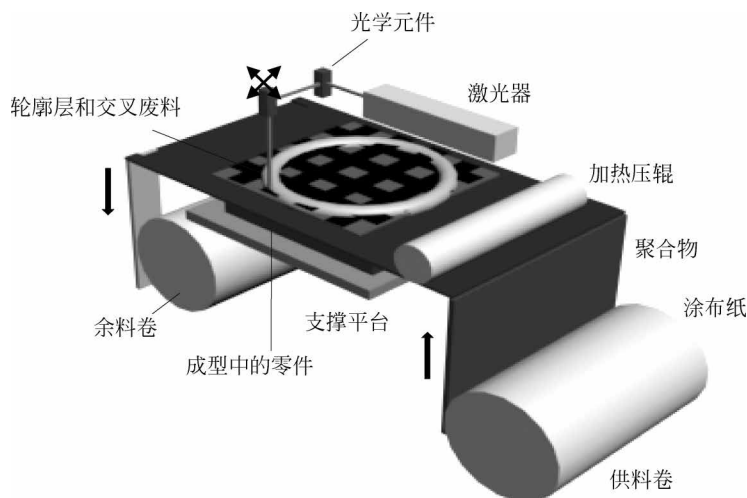


图 5-33 LOM 工作原理示意图

5.7.3 3D 打印的特点与优势

1. 3D 打印的特点

1) 数字制造

借助建模软件将产品结构数字化,驱动机器设备加工制造成器件,数字化文件还可借助网络进行传递,实现异地分散化制造的生产模式。

2) 降维制造(分层制造)

即把 3D 结构的物体先分解成二维层状结构,逐层累加形成 3D 物品,3D 打印技术可以制造出任何复杂的结构,制造过程更柔性化。

3) 堆积制造

“从下而上”的堆积方式对于实现非匀致材料、功能梯度的器件有优势。

4) 直接制造

任何高性能难成型的部件均可通过打印方式直接制造出来,不需要通过组装拼接等复杂过程来实现。

5) 快速制造

3D 打印制造工艺流程短、全自动、可实现现场制造,制造更快速、更高效。

2. 3D 打印的优势

1) 制造复杂物品不增加成本

就传统制造而言,物体形状越复杂,制造成本越高。对 3D 打印机而言 制造形状复杂的物品成本不增加。

2) 产品多样化不增加成本

3D 打印可以打印许多形状,它可以像工匠一样每次都做出不同形状的物品。3D 打印只需要不同的数字设计蓝图和一批新的原材料。

3) 无须组装

3D 打印能使部件一体化成型,通过分层制造可以同时打印一扇门及上面的配套铰链,不需要组装,节省了劳动力和运输方面的花费。

4) 零时间交付

3D 打印机可以按需打印,减少了企业的实物库存,可以实现按需就近生产,零时间交付,可能形成新的商业模式。

5) 设计空间无限

传统制造技术和工匠制造形状的能力受制于所使用的工具,3D 打印可突破这些局限,开辟巨大的设计空间。

6) 零技能制造

批量生产和计算机控制的制造机器降低了对技能的要求,无须专业人员进行机器调整和校准。非技能制造带来新的商业模式,能在远程环境或极端情况下为人们提供新的生产方式,可以与物联网结合形成新的模式。

7) 材料无限组合

采用多材料 3D 打印技术比较容易实现不同材料融合在一起实现多材料器件及其功能。

8) 精确的实体复制

采用 3D 打印技术可以将数字精度扩展到实体世界,通过扫描、编辑和复制实体对象,创建精确的副本或优化原件。

5.7.4 3D 打印应用

3D 打印技术可以应用于模具制造、工业设计、航天航空国防、医疗行业、文物保护、建筑设计、制造业、食品产业等众多行业。

1. 医疗行业

3D 打印现已在制造人体器官、活体组织、骨骼等方面获得实际应用。

1) 打印器官

3D 打印技术可以通过制作半透明的器官模型帮助外科医生了解器官内部结构,可以精确复制人体心脏模型,帮助医生在术前研究患有疑难并发症的患者的心脏结构。3D 打印技术也可使用加入细胞混合物凝胶的可生物降解脚手架,逐层构建器官。

2) 打印外骨骼

3D 打印骨骼可以对残疾人士与肌肉萎缩人士起到支撑作用,辅助站立及走动,提升行动能力。还可以帮助正常骨骼细胞生长发育,人体骨骼复原后,原料可以在人体内自然溶解。

3) 打印细胞

研究人员开发了基于瓣膜的细胞打印过程,可以按特定的模式打印细胞。细胞打印过程中喷嘴用力恰当,以保护细胞和组织的生命力。

4) 打印活体组织

研究人员模仿生物组织中的一些细胞特性,将小水滴组装成为一种类似胶状物的物质,能够像肌肉一样弯曲,像神经细胞一样传输电信号,可用于修复或缓解器官衰竭。

5) 打印血管

联合 3D 打印技术和多光子聚合技术,可打印人造血管。

6) 治疗癫痫

日本科研团队研发出光固化 3D 打印材料,是高导电性的新型树脂,可应用于制作生物传感器的接口,制作与大脑连接的 3D 微电极,大脑中的神经可以通过 3D 微电极的接口进行互连,从而发送或接收来自神经元的电信号,可用于进行深部脑刺激和相关疾病如癫痫、抑郁症、帕金森氏病的干预及治疗。

7) 胎儿塑像诊疗

用超声波探测子宫中的胎儿,记录出各种数据;再运用 3D 扫描技术对这些数据进行处理从而模拟出胎儿的雏形;最后用黄铜将模型浇铸出来,有助于胎儿先天性缺陷的探测。

3D 打印对整个医疗行业产生深远影响。3D 打印技术和克隆技术结合有望解决器官排斥问题。医药机构通过 3D 打印的人体活体组织中提取大量数据,有利于加速新药品的研发进度。

2. 航天航空和国防

航天航空厂商利用 3D 打印技术打造新的、可定制的零部件。NASA 利用 3D 打印技术生产了用于执行载人火星任务的太空探索飞行器(SEV)的零部件,并探讨在该飞行器上搭载小型 3D 打印设备,实现“太空制造”。

有家航空公司设计的直升机发动机中,使用了 GE 的 3D 打印技术,实现了 40%的零部件由 3D 打印制造,并且将零部件数量从 400 个减少到 16 个。另一个发动机从 855 个部件减少到 12 个,重量减轻了 5 磅,并降低了 80%的成本。3D 打印技术为飞机、航天器进行微型零部件定制化设计与制造能力的提升颠覆性地改变整个航天航空国防工业。

3. 建筑行业

3D 打印技术在建筑领域的应用有建筑设计阶段和工程施工阶段。在建筑设计阶段,可以制作建筑模型,设计师们利用 3D 打印机将虚拟中的 3D 设计模型直接打印为建筑模型,这种方法快速、环保、成本低。建筑施工阶段直接利用 3D 打印建造技术建造建筑,3D 打印建造技术有利于减少资源浪费和能源消耗。

4. 食品行业

人们对定制化食品的需求量在逐渐提高,3D 打印可以助力定制化食品的快速实现,采用 3D 打印技术容易实现调整食品的某些营养成分,可以根据具体需求自由做出含糖量不同的食品,对控制肥胖、糖尿病等问题有重大好处。

5. 能源行业

GE 公司将 3D 打印集成到生产流程的许多阶段。例如,通过 3D 打印技术,实现更加坚固的钻头,并能够在现场打印可更换部件。金属 3D 打印也已经用于风力涡轮机和采矿设备制造上。

还可使用石墨烯进行 3D 打印。在电气设备的设计方面获得一些自由,为能源系统提供新的可能性。这种新方法,更容易和可行地存储可再生能源。

6. 制造业

3D 打印技术的出现,给制造业带来了无限种可能,3D 打印降低了制造业的生产成本,制造效率也在不断的提高。

1) 废物预防

资源浪费在 3D 打印中几乎不存在,3D 打印采用增材制造而不是减材制造,不用剔除边角料,提高了材料的利用率,无须任何损失。

2) 原型生产简单

与传统制造相比,原型生产采用 3D 打印更具灵活性,不需要传统的刀具、夹具、机床或任何模具,就能直接把计算机的任何形状的 3D 图形生成实物产品。

3) 无缝制作

3D 打印的制造工艺更自动化,选择材料后,按打印按钮,项目将以无缝的方式实现成品。

4) 大规模定制

通过 3D 打印,可以大量打印定制设计。

7. 文物保护

文物作为一种不可再生资源,一旦破损和毁灭,都将对考古学家对历史的考察与探究造成很大的困扰,从而抹杀人类的历史记忆。采用 3D 打印与 3D 扫描技术,使古文物“起死回生”,让古代文化得以传承。

5.7.5 3D 打印与物联网的结合

3D 打印行业正向着速度更快、精度更高、成本更低、应用更广、操作更简便的方向发展。材料向多元化发展:建立相应的材料供应体系,将拓宽 3D 打印技术应用场合。3D 打印技术发展未来将是 4D 打印,在 3D 打印基础上,加上时间轴,可以执行一项任务,远程环境或极端情况下,如航天器舱外一个螺母松了,可以就地打印一个带动力的机械扳手去执行拧螺母的功能。

3D 打印产业链存在巨大的潜在发展空间,特别是上游打印材料和个人 3D 打印设备的制造企业将会有巨大商机。

3D 打印技术将从工业应用逐步渗透到日常生活中。如车里放着一台 3D 打印机,汽车的某个零件坏了,便可以及时打印一个重新装上。

3D/4D 打印会因为它的无所不能可以让“异想天开”成为现实。

3D/4D 打印与物联网结合,并在未来深度融合,3D/4D 打印将变成物联网的一个终端执行设备,结合云端控制,实现物联网机器人,实现远程感知、远程控制、远程执行的超距物联网机器人。

5.8 小结

通过物联网+,未来科技生活将是基于物联网与可穿戴设备、AR/VR、人体增强、人工智能、机器人、无人机、3D 打印、区块链等新技术融合的物联网+,物联网感知设备来认知世界,识别用户身份由可穿戴设备实现,或者环境设备通过人脸、虹膜生物特性识别实现,通过可穿戴设备与人互动,通过 AR/VR 呈现交互数字内容,进一步解放双手,采用人工智能技术提升效率解放脑力,通过机器人协助、无人机远程实施,通过 3D 打印远端实现,通过区块链实现颠覆性架构,兼顾公平性、安全性。信息传输由物联网实现,实施操作实现由远端 3D

打印、机器人、无人机等实现。远端机器人无人机可以由 4D 打印(3D 空间实物加一维时间完成一个动作来执行命令)实现。可穿戴设备有两个层面,一个是感知人体参数,另外一个 是获取人的指令。

基于物联网+,畅想未来生活,可以通过无人机、机器人提供随时 的支持和帮 助,特别是小孩、老人、病人等需要监护的对象可以得到及时的看护、帮助。

通过无人机、机器人提供照明、救援(如救生圈、灭火、手套、绳子、工具、驴友野游跟着一群无人机,遇到危险随时语音要工具,无人机等可以随时提供)等。

对于太空舱、卫星等空间环境、海底环境,3D 打印、4D 打印(3D 空间实物加一维时间完成一个动作来执行命令)就有了极大应用价值,如太空中缺一个扳手,用 3D 打印实现。这样就不需要带很多工具,需要什么工具随时打印。对无人太空舱,可以用 4D 远程打印,打印一个 3D 扳手,加力传动装置,完成一个拧螺母的动作,实现 4D 功能。

我们可以看到物联网+就是替代手机的未来形态,这种未来形态不仅完成人与人之间、人与物之间、物与物之间的信息传递,还完成远程动作、物理世界的创造、改造、实现。

参考机器人结构图 5-19 可以看到,物联网融合可穿戴设备、增强现实(AR)/虚拟现实技术(VR)、人体增强技术、大数据、人工智能技术、自动驾驶、5G、区块链技术、机器人、无人机等新技术,不仅替代了手机,而且还实现了远程机器人功能,传统机器人从感知、控制到执行都在同一个物理位置,物联网融合新技术延伸扩展了机器人概念,实现物联网机器人,让感知、执行等功能在远端,控制在异地实现,机器人各功能通过物联网及新技术实现分散远程协作执行命令,实现远程感知、远程控制、远程执行的超距物联网机器人。因此物联网融合新技术不仅能替代现有的手机,而且可以替代现有模式的机器人,未来技术将给社会、工作和生活带来翻天覆地的冲击。

习题

1. 现有的可穿戴设备有哪些? 存在哪些问题?
2. 提高续航能力的方法有哪些? 还能想到哪些更好的办法? 请举例说明。
3. 什么是人工智能? 人工智能技术应用的细分领域有哪些?
4. 简述深度学习的原理。
5. AR 与物联网如何融合? AR 的发展趋势是什么?
6. 什么是区块链? 它的特点有哪些?
7. 区块链的应用领域有哪些? 如何与物联网结合?
8. 美国科幻巨匠阿西莫夫提出的“机器人三定律”是什么?
9. SPA 是什么? SPA 机器人最典型的结构是什么?