

第1篇 物联网网关基础

第 1 章 物联网网关简介

学习要点

- 了解物联网实时信息系统的概念。
- 掌握物联网实时信息系统的组成部分。
- 掌握物联网网关的概念及内涵。
- 了解物联网网关的类型。

1.1 物联网实时信息系统

当前，物联网（Internet of Things, IoT）是一个规模大小及应用种类各不相同的实时信息系统。物联网实时信息系统通过传感器、射频识别（Radio Frequency Identification, RFID）、全球定位系统（Global Positioning System, GPS）、北斗卫星导航系统（BeiDou Navigation Satellite System, BDS）及仪表等收集所监测对象的实时状态信息，并将感兴趣的信息及时传输到数据服务中心。数据中心对各种数据进行智能化处理后可形成各种物联网信息服务体系。人们可以很方便地通过多种智能终端设备（如智能手机等）接入网络并享受物联网所提供的各种实时信息服务。

1.1.1 物联网实时信息系统的组成

物联网工程的任务是建立高效、稳定的物联网实时信息系统。如图 1-1 所示，物联网实时信息系统一般包含节点、网关、传输网络、数据服务中心、物联网服务接入网络和物联网服务客户端 6 个部分。

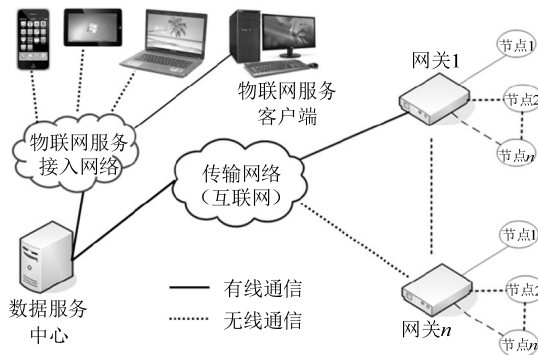


图 1-1 物联网实时信息系统的组成

(1) 物联网节点是指 RFID 标签、传感器、各种仪表、继电器、执行器等可产生实时数据及进行实时控制的电子元器件。

(2) 物联网网关是一个具有多种接口的嵌入式计算机设备，可以收集并处理来自其所管理的各类节点的数据，并将处理后的数据通过其具有的通信接口（3G/4G/5G、Wi-Fi、以太网等）传输到 IoT 数据服务中心。

(3) 物联网传输网络负责网关与数据服务中心之间的数据传送，常见的传输网络包括 3G/4G/5G 移动网络、Wi-Fi 无线网络及有线以太网等。

(4) 物联网数据服务中心负责存储来自一个或多个 IoT 网关的实时数据，并对数据进行分析、处理及显示。

(5) 通过物联网服务接入网络，用户可以接收或使用物联网数据服务中心提供的服务，如实时监测、定位跟踪、警报处理、反向控制和远程维护等。物联网服务接入网络和物联网传输网络可以是同一个网络，也可以是不同的网络。

(6) 物联网服务客户端是用户通过物联网服务接入网络接收或使用数据服务中心提供的服务的设备，包括智能手机、平板电脑、笔记本电脑和台式机。

1.1.2 物联网节点

物联网在传统网络的基础上，从原有网络用户终端向“下”延伸和扩展，扩大通信的对象范围，即通信不仅仅局限于人与人之间的通信，还扩展到人与现实世界的各种物体之间的通信，感知人们所感兴趣的各种物体的状态信息。物联网节点所起的作用就是使人们所感兴趣的物体同网络连接起来，将有关这些物体的各种信息实时地通过物联网网关传输到物联网数据服务中心，并提供各种物联网信息服务。可同网关进行数据交换的节点如图 1-2 所示。

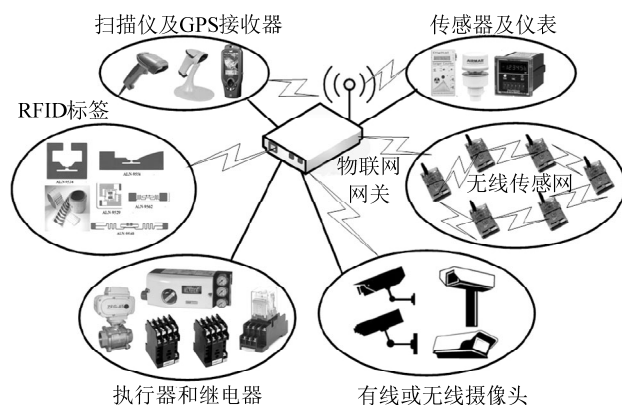


图 1-2 可同物联网网关进行数据交换的各类节点

物联网节点具体来说就是仪表、传感器、RFID、摄像头、GPS 设备、执行器和继电器等。一维码、二维码、RFID 标签等节点的主要作用是识别物体；传感网、传感器及仪表等节点主要用来获取物体的状态及环境信息；执行器和继电器主要用来控制被监控的设备；GPS 等节点主要用来跟踪被监控物体的位置信息；摄像头等节点主要用来监控物体当前的

行为状态。物联网节点通过 USB、推荐标准 232 (Recommended Standard 232, RS-232)、推荐标准 485 (Recommended Standard 485, RS-485)、蓝牙、红外、ZigBee、Wi-Fi 等短距离有线或无线传输技术进行协同工作或者传递数据到物联网网关。网关进一步将来自不同节点的数据通过传输网络发送到物联网数据服务中心。下面介绍一下主要的物联网节点数据采集和传输技术。

(1) 传感器技术: 人对外部信息的感知是通过视觉、嗅觉、听觉和触觉将信息输入大脑, 经大脑的分析和处理, 然后引导人们做出相应的动作, 这是人类认识世界和改造世界的最基本的能力。但人们通过感官来感知外部世界的能力是非常有限的, 例如, 人们无法用触觉感知超过数万甚至数十万摄氏度的高温, 而且也不可能区分温度变化大小, 这就需要传感器的帮助。传感器是一种检测装置, 能感受到被测量的信息, 并将检测到的信息按一定规律转换成电信号或其他所需形式进行信息输出, 以满足信息的传输、处理、存储、显示、记录和控制等要求。在物联网应用中, 传感器可以独立存在, 也可以与其他设备融合在一起, 但无论哪种方式, 它都用来感知和收集所需要的环境信息。由无线传感器组成的无线传感网在物联网应用相关数据采集和传输方面发挥重要的作用。

(2) RFID 标签技术: RFID 是一种自动识别技术, 它利用射频信号通过空间电磁耦合来实现非接触的目标识别。RFID 电子标签芯片可用于存储待识别物品的标识信息。在 RFID 读写器的读取范围内, 具有 RFID 读写器功能的物联网网关可以不用接触 RFID 标签, 就可以将存储在标签中的信息读出。由于 RFID 技术具有非接触、自动化程度高、工作可靠、识别速度快、适应工作环境、可实现高速和多标签识别等优点, 基于 RFID 射频技术的物联网实时信息系统被广泛应用于不同领域, 如物流管理、工业制造原材料供应链管理、门禁安防系统、高速公路自动收费、航空行李自动处理、文档追踪/图书馆管理、电子支付、制造和装配、车辆监控和动物标识等。

(3) 二维码标签技术: 二维码技术是物联网应用中最基本和最重要的感知层技术之一。二维码也被称为二维条码, 是由一个几何图形按照一定的规则在平面上生成的图形, 其可用来记录各种信息。通过图像输入设备或光学扫描设备, 可以对二维码进行扫描并通过解码获取其所代表的各种信息。二维码可容纳 1850 个字母、数字或 500 多个汉字, 且可以用激光和 CCD 相机设备来进行扫描识别, 非常方便。与一维条形码相比, 二维码具有明显的优势, 这包括数据容量大、相对条形码尺寸小、具有抗毁伤能力和较好的保密性等。

(4) ZigBee 物联网节点无线通信技术: ZigBee 是一种短距离无线技术, 其能耗低, 是 IEEE 802.15.4 协议的代名词。ZigBee 使用分组交换和跳频技术, 可以使用的频段为 2.4 GHz、868 MHz 及 915 MHz。ZigBee 技术主要应用在短距离范围各种电子设备之间的数据传输, 速率不高。与蓝牙相比, ZigBee 更简单, 功耗和成本较低。同时, 由于 ZigBee 较低的传输速率和较小的通信范围, 决定了 ZigBee 技术只适用于小数据量业务。另外, 由于 ZigBee 具有低成本、组网灵活、易于嵌入各种设备等特性, 其在物联网中发挥重要的作用。当前, ZigBee 的目标市场主要是个人计算机 (Personal Computer, PC) 外设、消费电子设备、家庭智能控制设备、玩具、医疗监视设备、各种传感器和无线控制设备等。

(5) 蓝牙物联网节点无线通信技术: 蓝牙技术应用于物联网的感知层, 主要用于物联网节点与物联网网关之间的数据交换。蓝牙 (Bluetooth) 是用于无线数据与语音通信的一

个开放的全球化标准，是一种短距离无线传输技术；它是一种具有蓝牙无线通信接口的固定设备或装置与移动蓝牙设备之间的无线短距离数据通信技术。蓝牙使用时分多址（Time Division Multiple Access, TDMA）通信技术，支持点对点和点对多点通信。蓝牙使用全球公共通用的 2.4GHz 频段的传输带宽，当传输距离小于 10m 时，采用时分双工传输方案实现全双工传输，可以提供的传输速率可达到 1Mb/s。蓝牙可以应用在全球范围内，具有功耗低、成本低、抗干扰能力强等特点。

当前成熟的蓝牙通信标准为蓝牙 5.0，它是 2016 年 6 月 16 日发布的。蓝牙 5.0 的主要优点是提高了速度和具有更大的射程。同蓝牙 4.2 相比，蓝牙 5.0 发射范围扩大到 4 倍，速度增大到 2 倍，广播信息容量增大到 8 倍。蓝牙 5.0 设备支持高达 2Mb/s 的数据传输速度，是蓝牙 4.2 的 2 倍。蓝牙 5.0 设备还可以在 240m 的距离进行通信，这是蓝牙 4.2 设备所允许的 60m 距离的 4 倍。

1.1.3 物联网网关

物联网网关在物联网时代扮演着非常重要的角色，可以实现感知延伸网络与接入网络之间的协议转换，既可以实现广域互联，也可以实现局域互联，它广泛应用于智能家居、智能社区、数字医院和智能交通等各行各业。物联网网关具有广泛的接入能力、协议转换能力和可管理能力，分别叙述如下。

(1) 广泛的接入能力：物联网应用领域广泛，应用环境也多种多样，如森林防火监控、水污染监控、智能家居和智能楼宇等。对于不同的应用，物联网网关都需要根据具体的网络环境将实时数据传输到物联网数据服务中心。物联网网关的接入网络技术包括 Wi-Fi、3G/4G/5G、NB-IoT、以太网、非对称数字用户线路（Asymmetric Digital Subscriber Line, ADSL）、Lonworks、Rubees 等。当前，各类技术基本针对某一应用展开，如 Lonworks 主要应用于楼宇自动化，Rubees 用于恶劣环境的无线数据传输。

(2) 协议转换能力：物联网网关将来自不同节点的数据进行协议转换，将数据打包成传输控制协议（Transmission Control Protocol, TCP）或用户数据报协议（User Datagram Protocol, UDP）等同一格式，通过传输网络发送到数据服务中心。同时，物联网网关还直接和一些执行器相连。网关将来自数据服务中心的命令转换成执行器可以识别的信令和控制在指令，实现关键设备的打开或关闭。

(3) 可管理能力：一般情况下，每一个物联网网关都通过有线或无线连接着很多物联网节点。网关需要实现对各种节点的管理，如获取节点的标识、状态、属性和能量，远程唤醒、控制、诊断、升级和维护等。由于物联网节点使用不同的技术标准，物联网网关需要复杂的智能化程序来对这些节点进行有效管理。

1.1.4 物联网传输网络

物联网传输网络主要基于现有的移动通信网络、互联网等网络来完成来自网关的数据的传输。随着物联网应用规模的扩大，海量数据的实时传输，尤其是远程传输，要求物联

网传输层的数据传输需要具有较高的可靠性和安全性。当前，现有的网络无法满足物联网的数据传输需求，这意味着物联网需要使用新的技术对现有网络进行融合、扩展和改造，以实现网络互联及数据传输功能。物联网实时信息系统利用现有的互联网和移动通信网进行数据传输。

如图 1-3 所示，物联网网关将综合使用以太网、3G/4G/5G、Wi-Fi 等通信技术，将数据实时传输到数据服务中心。互联网是以相互的信息资源交换为目的，在一些常见的 TCP 或 UDP 协议的基础上，通过许多路由器和公共通信网络，将信息从一台计算机传输到另外一台计算机。互联网是一个为实现各种信息资源共享而建立的大型信息化系统，物联网主要以现有的互联网作为数据传输网络。目前，基于互联网协议第 4 版（Internet Protocol Version 4, IPv4）地址资源已经枯竭，已无法满足当前物联网的 IP 地址需求。这就需要大力进行基于互联网协议第 6 版（Internet Protocol Version 6, IPv6）技术通信网络建设，使每一个与物联网应用相关的设备或物体都有一个 IP 地址。这样物联网实时信息系统就可以将各种设备，如家电、传感器、遥控摄像机、汽车等连接起来，使物联网服务无所不在。

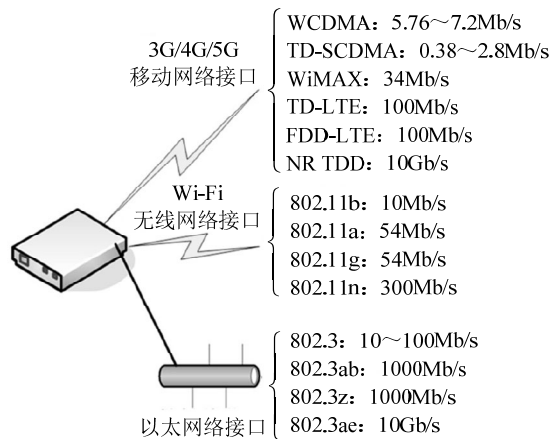


图 1-3 物联网网关接入网络技术

移动通信是移动的个体与移动的个体之间或移动的个体和固定的个体之间的语音或数据通信。移动通信网络就是通过有线或无线介质将这些通信对象连接在一起的语音或数据服务网络。通过与个体之间相关联的无线移动通信网络、核心网和骨干网络可以为物联网网关提供数据传输服务。由于移动通信网络覆盖范围大，而且具有建设成本低和部署方便等特点，移动通信网络可为物联网应用提供节点与节点间的无线通信、节点与网关的数据通信及网关与数据服务中心的数据传输服务。在移动通信网络中，比较流行的无线接入技术包括 3G/4G/5G、Wi-Fi 和窄带物联网（Narrow Band Internet of Things, NB-IoT）。3G 是指第三代蜂窝移动通信技术，支持高速数据传输。目前 3G 移动通信主要的国际标准为 CDMA2000、宽带码分多址（Wideband Code Division Multiple Access, WCDMA）和时分同步码分多址（Time Division-Synchronous Code Division Multiple Access, TD-SCDMA），其中 TD-SCDMA 是第一个由我国提出、具有我国知识产权，且被国际广泛接收和认可的无线通信国际标准。长期演进技术（Long Term Evolution, LTE）是基于 OFDMA 技术、

由第三代合作计划（3rd Generation Partnership Project, 3GPP）组织制定的全球通用标准，包括频分双工（Frequency Division Duplexing, FDD）和时分（Time-division, TD）两种模式，两种4G通信技术分别被称为FDD-LTE和TD-LTE，它们的最高下载速率约为100Mb/s，上传速率约为50Mb/s。5G移动通信技术是最新一代移动通信技术。5G的主要优点是数据传输速度远高于以前的蜂窝网络，高达10Gb/s，比今天的有线互联网快，比以前的4G LTE蜂窝网络更是快100倍；另一个优点是网络延迟较低，小于1ms。

1.1.5 物联网数据服务中心

物联网所提供的实时信息服务是由物联网数据服务中心来完成的。数据服务中心的主要功能是把感知和接收的信息进行分析和处理，做出正确的控制和决策，实现智能化的管理、应用和服务。用于物联网数据处理的数据服务中心可完成跨行业、跨应用、跨系统的实时信息共享。数据服务中心智能化数据处理所提供的信息化服务可提高很多行业的服务质量，这些行业包括电力企业、医疗单位、交通部门、环境保护、物流管理、银行金融、工业制造、精细农业、城市智能化管理及家居生活等。

物联网数据服务中心同人工智能及云计算有着密切的关系。人工智能使数据中心可以快速地收集和分析数据，并产生高质量的数据报告。物联网数据服务中心涉及的存储及计算可以由传统的用户自己掌握的软硬件资源来完成，也可以由来自外部的云计算服务来完成。根据物联网应用规模的不同，数据服务中心可以分为网关服务器融合型数据服务中心、局域网数据服务中心、广域网数据服务中心和多级数据服务中心。

1. 网关服务器融合型数据服务中心

对于简单的物联网应用，如智能家居（见图1-4），数据的收集、处理及安全设备的控制都是通过家庭网关来完成的。家庭网关集成了物联网网关和物联网数据服务中心的数据处理、存储、交换和管理功能。在本书中，将家庭网关定义为网关服务器融合型数据服务中心。依靠该数据服务中心，结合计算机技术、通信和先进的控制技术，可建立一个家庭安全监控系统。这个安全监控系统集网络服务和家庭自动化控制于一体，实现对家庭住房全面安全保护，并提供方便的通信网络和舒适的生活环境。

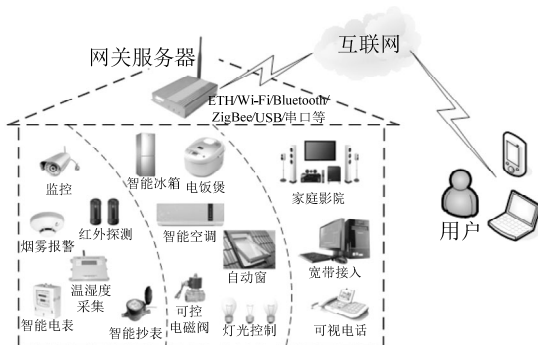


图 1-4 智能家居网关服务器融合型数据服务中心

2. 局域网数据服务中心

对于一些企事业所建立的较大规模物联网应用，需要处理大量的物联网实时数据，一般需要建立基于局域网的物联网数据服务中心来进行数据处理并提供各种物联网信息服务。如图 1-5 所示，基于局域网的物联网数据服务中心一般包括中心路由器、交换机、接入交换机和服务器群。数据服务中心实现物联网应用实时信息的聚合，实现各种物联网应用系统的无缝接入和集成，并提供一个可以满足实现各种物联网应用服务的集成化环境。

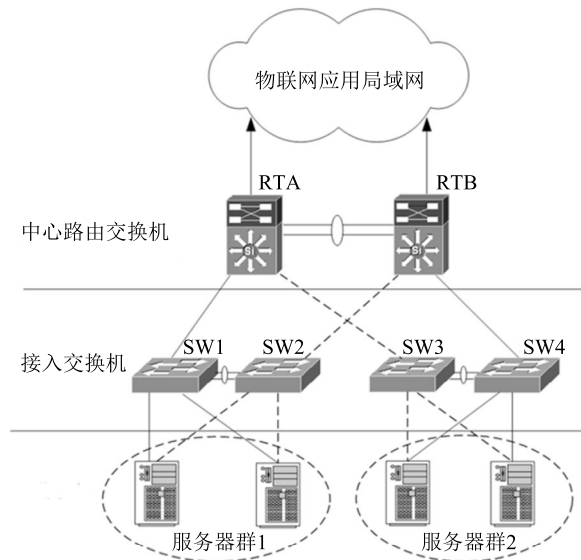


图 1-5 基于局域网的物联网数据服务中心

局域网物联网数据服务中心的空调系统建设对于保障物联网数据中心的正常运行是十分重要的，一般需要由多个空调设备集中制冷来保持温度和湿度的要求。空调设备系统通常使用 $N + 1$ 的待机模式，在 N 台空调工作的时候，提供 1 台备用。数据服务中心空调系统的设计应保证一年 365 天，一周 7 天及一天 24 小时的连续运行模式。一般而言，每三或四套空调设备工作时，需要提供至少一台备用。在较重要的数据服务中心，还配备发电系统来满足没有工业供电情况下的各种重要设备的工作需求。数据服务中心的安全地点一般安装有储油罐，可满足额定条件下 24 小时发电机的运行需求。

3. 广域网数据服务中心

对于较大范围的物联网应用，其所设计的物联网数据服务中心为广域网数据服务中心。如图 1-6 所示，分布在大范围内的物联网网关通过广域网将实时数据汇集到数据服务中心。数据中心的各种数据和服务可以提供给分支机构数据用户和移动数据用户。

相比局域网物联网数据服务中心，广域网物联网数据服务中心的带宽较小，这导致信息通信延迟高。很多时候，在局域网数据服务中心运行的很多物联网应用到广域网上运行时，有时会碰到运行效率低下的问题。这需要根据广域网的具体情况，来优化物联网应用程序，使得广域网的延迟不会影响物联网的服务质量。

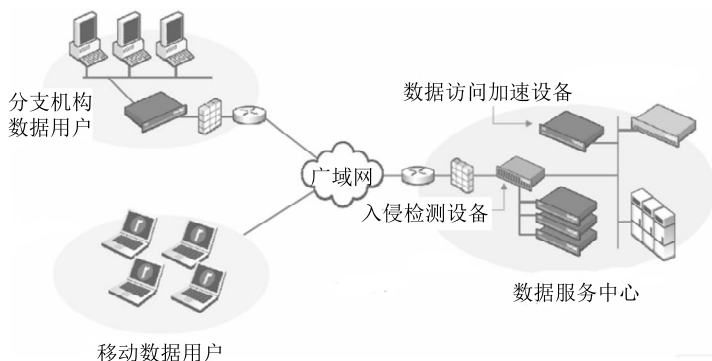


图 1-6 物联网广域网数据服务中心

4. 多级数据服务中心

对于很多大规模、大范围的物联网应用，如全国河流水资源污染实时监控应用系统，可建立多级别数据服务中心来保障物联网实时信息服务的高效稳定运行。如图 1-7 所示，不同级别的数据中心之间通过互联网、移动网络或电信网连接起来。对于多级物联网数据服务中心，可实现对物联网数据的集中与分布式的标准化管理。实施多级别物联网数据服务中心，有利于大范围物联网应用系统的稳定及高效运行。每一个级别的数据服务中心都具有明显的平台性和层次性的特点，如一般都包括物联网应用网络通信平台、物联网基础软件平台、物联网共享数据平台、物联网核心应用平台和物联网实时信息服务平台。

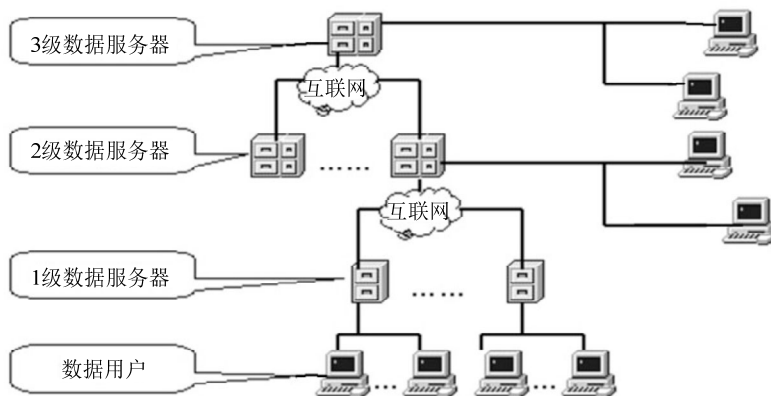


图 1-7 物联网应用多级别数据服务中心

例如，建立一个对全国范围空气质量进行实时监控的物联网应用系统时，所涉及的不同级别的数据服务中心如图 1-8 所示。图 1-8 表明全国空气质量实时监控数据服务中心包括省级数据服务中心、市级数据服务中心和县级数据服务中心。同时，各省、市、县物联网数据服务中心都按照统一的要求和标准来进行建设。使用这个具有多级别数据服务中心的物联网应用系统，可将局部实时空气质量监控和整体实时空气质量监控有机地结合起来，而且该系统可保证数据库运行稳定性高、数据服务中心数据处理能力强等。

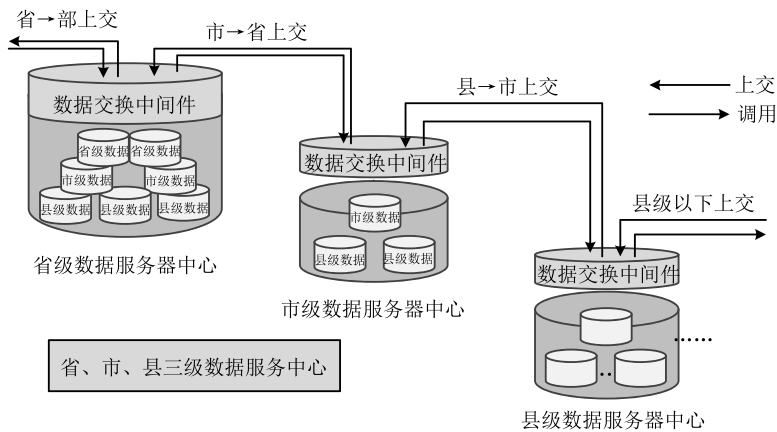


图 1-8 空气质量实时监控多级别物联网数据服务中心

1.1.6 物联网服务接入网络

通过物联网服务接入网络，用户可以接收或使用物联网数据服务中心提供的服务，如实时监测、定位跟踪、警报处理、反向控制和远程维护等。物联网服务接入网络和物联网传输网络可以是同一个网络，也可以是不同的网络。

1.1.7 物联网服务客户端

物联网服务客户端是用户通过物联网服务接入网络接收或使用数据服务中心提供的服务的设备，包括智能手机、平板电脑、笔记本电脑和台式机。

1.2 物联网网关的概念

在物联网实时信息系统中，物联网网关是一个非常重要的设备，这个设备在各种实时数据的收集、传输和设备控制过程中起着至关重要的作用。一般而言，物联网网关一方面从与其相连接的物联网节点中获取各种数据，在将这些数据进行初步处理后，发送到物联网数据服务中心；另一方面，物联网网关也从数据服务中心接收各种控制指令，网关通过执行器或者继电器来完成这些指令的操作，如打开或关闭空调等。常见的物联网网关包括单片机网关、智能手机、工业通信网关、复合型网关、RFID 读写器和机器到机器（Machine to Machine, M2M）网关等。

1.2.1 物联网网关的功能

物联网网关在物联网应用体系中扮演着非常重要的角色，可以实现感知延伸网络与接入网络之间的协议转换，既可以实现广域互联，也可以实现局域互联，它广泛应用于智能

家居、智能社区、数字医院和智能交通等各行各业。物联网网关具有广泛的接入能力、协议转换能力和可管理能力。

1.2.2 物联网网关设计内容

物联网网关在物联网实时信息系统中扮演着非常重要的角色。网关可以实现节点数据与传输网之间的协议转换，既可以实现广域互联，也可以实现局域互联。网关可提供传输网络接入功能，将所收集到的数据可靠地发送到数据服务中心。网关设计主要包括三个部分：网关-节点数据通信接口设计、网关-接入网接口设计和网关数据处理及管理设计。网关-节点数据通信接口设计主要解决网关同物联网节点之间的数据交换问题。网关-接入网接口设计要保障网关将所收集的实时数据及时可靠地传输到物联网数据服务中心。网关可以通过有线接入、Wi-Fi 接入、移动无线网络接入等方式连接到数据传输网络。有线接入主要通过 RJ-45 网络接口来实现，一般可直接接入以太网；移动无线接入可通过 3G/4G/5G/NB-IoT 等移动通信网方式来实现；Wi-Fi 无线接入可以通过 IEEE 802.11a/b/g/n 网卡及无线接入点（Access Point, AP）来实现。

网关数据处理及管理设计实现节点的管理，如获取节点的标识、状态、属性和能量等；也可以对节点实施远程唤醒、控制、诊断、升级和维护等。由于网关所管理的节点的技术标准不同，协议的复杂性不同，所以需要设计不同的网关来管理不同的物联网节点，实现不同的物联网应用。同时，物联网网关可以将数据服务中心下发的数据包解析成节点可以识别的信令和 control 指令，实现对被监控设备的控制。

1.3 物联网网关数据收集技术

在各种物联网应用（智能化医院、智能化工业生产等）中，需要用 RFID 标签实现重要设备的自动识别、信息共享、定位及流动性监控；需要用 M2M 仪表获得大型重要设备的多种数据（电、水、气的消耗量等其他运行参数）；同时也需要各种传感器来获取不同环境数据，如温度、湿度、压力、风力、有毒气体（一氧化碳、二氧化硫、二氧化氮、氯气和氨气等）含量、可燃气体（天然气、汽油和煤油等）含量。此时，IoT 网关需要具有同时处理 RFID 信息、M2M 信息及各种传感器信息的能力。采集各种数据的物联网节点包括 RFID 标签、各种传感器、各种仪表和摄像头等。感知层首先通过各种传感器、摄像头等设备采集物理世界的的数据，然后网关将收集到的数据进行初步处理并存入嵌入式数据库中。

网关运行的程序需要有足够的功能及标准接口收集来自不同技术标准（RFID、ZigBee、6LoWPAN、Bluetooth、USB、RS-232、RS-485 等）的物联网节点的数据。在研究不同类型节点所具有共性的基础上，可建立数据收集的标准模块。数据采集端程序运行在网关上，为了能够有效地完成数据采集功能，当网关的串口线接入节点时，程序可对不同的节点进行自动识别。例如，一个物联网网关的实时数据收集实现流程如图 1-9 所示。本网关所涉及的 3 种数据源分别是 GPS、ZigBee 和 GSM，每种数据源发送到串口的数据包协议不同，该

程序可识别不同的数据源，并将收到的来自不同节点的数据进行解析和存储。

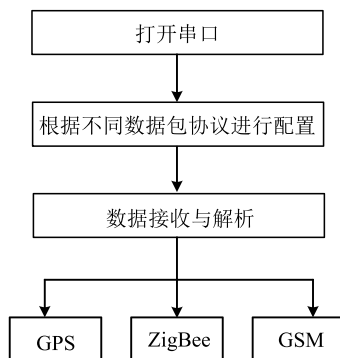


图 1-9 网关的实时数据收集实现流程图

1.4 物联网网关的类型

1.4.1 单片机网关

一个典型的 ZigBee 单片机网关如图 1-10 所示。ZigBee 单片机网关兼容 IEEE 802.15.4 载波监听多路访问/冲突避免方法（Carrier Sense Multiple Access/Collision Avoidance, CSMA/CA），可以通过 NB-IoT 将网关数据发送到数据服务中心。ZigBee 单片机网关支持地址解析协议（Address Resolution Protocol, ARP）、互联网控制报文协议（Internet Control Message Protocol, ICMP）、引导程序协议（Bootstrap Protocol, BOOTP）、动态主机分配协议（Dynamic Host Configuration Protocol, DHCP）、IPv4、互联网组管理协议（Internet Group Management Protocol, IGMP）、TCP 和 UDP 等协议。

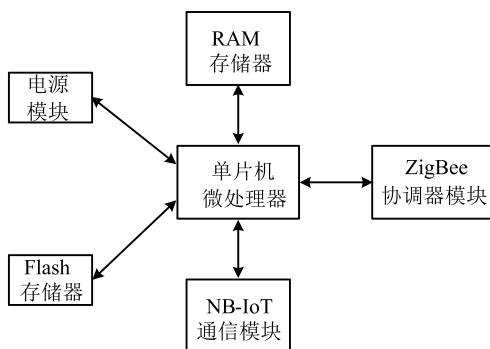


图 1-10 ZigBee 单片机网关

蓝牙单片机网关可以支持多个蓝牙设备快速进行网络连接并实现设备之间的数据交换。蓝牙装置包括蓝牙掌上电脑（Personal Digital Assistant, PDA）、手机和笔记本等。图 1-11 是一个蓝牙单片机网关的结构示意图，这个蓝牙单片机网关所使用的微处理器为

S3C44BOX。图 1-11 所示的蓝牙单片机网关设计架构中的 S3C44BOX 微处理器采用 ARM7TDMI 内核，该网关同时具有丰富的外围设备、液晶显示器（Liquid Crystal Display, LCD）、控制器、以太网接口、全球移动通信系统（Global System for Mobile Communications, GSM）模块及蓝牙通信模块。基于蓝牙无线通信技术的传感器、家电设备和通信设备可以通过蓝牙网关与外部进行实时通信，可实现相关的设备控制及环境安全远程报警等功能。

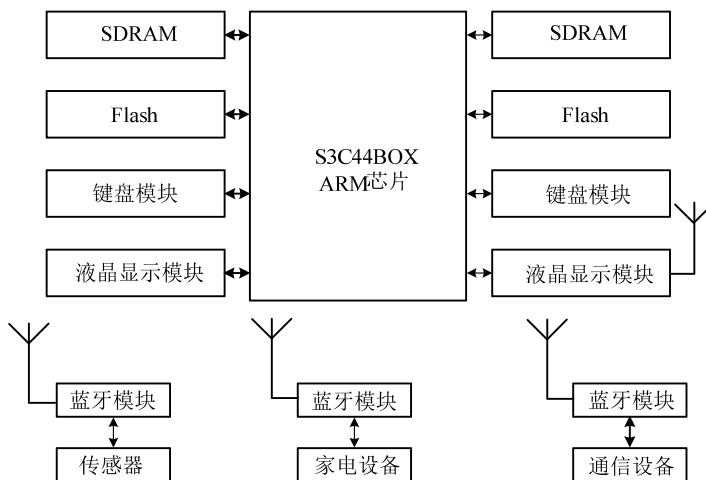


图 1-11 基于 S3C44BOX 的蓝牙单片机网关

1.4.2 智能手机网关

一般而言，智能手机就是一个小型的个人计算机，它具有独立的操作系统。除了基本的通话功能外，用户还可以自己安装应用软件、游戏和第三方服务提供商的扩展程序。智能手机基于 Wi-Fi 和 3G/4G/5G 移动网络，可以访问互联网上面的各种信息。通常情况下，智能手机作为物联网应用终端设备，通过访问物联网数据中心来获取各种实时数据服务、接收警报或进行设备的控制。但在一些特殊的情况下，智能手机可以作为一种移动的物联网网关，完成实时数据的收集及传输。比如，智能手机可以收集很多物联网节点的数据，这些节点包括蓝牙传感器、Wi-Fi 传感器、GPS 接收机、一维码标签、二维码标签和 RFID 标签、一维码扫描仪等，然后将收集的数据通过 Wi-Fi 和 3G/4G/5G 移动网络，传输到物联网网络数据服务中心。随着移动物联网的快速发展，基于智能手机的物联网网关的应用也会变得越来越普遍。

1.4.3 X86 工控机网关

应用物联网技术可以实现传统工业的升级改造，并为工业的节能减排打下坚实的基础，工业网关是物联网工业应用的一个极其重要的组成部分。工业通信网关可以实现工业生产网络通信及网络控制环境下各种网络协议消息的转换。

随着物联网在工业领域应用的进一步深入，生产部门和其他部门的企业彼此之间的联系也越来越紧密，工业网关的功能也越来越丰富。实践证明，使用工业网关有很多优点，这包括获得来自其他连接设备和供应链信息的能力，也包括为其他系统生产线提供实时生产数据和实现工业系统远程开发与维护的能力。同时，使用工业通信网关，可以很好地解决工业环境下、各种不同的企业通信标准下异构信息系统及自动化系统之间的通信问题，使得使用不同通信协议的设备具有互操作性。另外，工业通信网关还简化了工业生产中通信网络的实施过程，可以提高工业通信系统的稳定性，这可以缩短网络建设施工时间，节约建设和运营维护成本。随着物联网应用的进一步深入，工业网关可广泛用于智能发电管理、化工生产管理、石油生产管理、机械制造管理和煤炭开采管理等，它在生产自动化和企业管理信息化方面发挥着巨大作用。

在物联网工业应用中，常见的工业通信网关包括数据采集接口网关、单向物理隔离网关和工业网络安全防护网关。这里对数据采集接口网关和工业安全网关进行简单介绍。

1. 数据采集接口网关

直接用于工业生产数据采集的网关一般具有标准的 RS-232 或 RS-485 串行端口和 1~2 个 RJ-45 以太网接口。同时，这些网关所使用的操作系统包括 Windows 和 Linux 等。在物联网应用或工业自动化应用中，数据采集接口网关一般位于工业自动化控制系统和实时数据库服务器之间。数据采集接口网关所收集到的实时数据，一般会被即刻发送到与其配套的工业生产监控管理中心，并存储到实时数据库中。在工业应用中，数据采集接口的网关一般使用单向数据传输技术，可以实现对自动化控制系统和实时数据库服务器的安全隔离。另外，数据采集接口网关的操作系统和数据采集程序均具有自修复功能，不可修改。一旦数据采集接口网关被修改，它将被重新启动，自动恢复到初始状态，可以防止病毒和黑客攻击。同时，数据采集接口网关还可以为企业资源计划（Enterprise Resource Planning, ERP）、制造执行系统（Manufacturing Execution Systems, MES）等管理信息系统提供实时生产数据。

2. 工业安全网关

在工业自动化相关的物联网应用中，另一个工业网关为工业安全网关，它是一个工业通信网络安全隔离设备，可保障与工业生产相关的信息管理系统的流向为单一方向，并实现工业生产过程的安全隔离。工业安全网关被广泛地应用在工业自动化程度较高的工业领域，如石油化工、钢铁生产、电力生产及供应和化工生产等行业。因为担心工业化生产领域的网络遭受到攻击，企业往往要求企业信息系统集成商将工业生产控制网络与企业管理网络完全隔离，只允许数据从工业生产控制网络发出，而不允许任何数据从企业管理网络返回到控制网络。

工业安全网关用于解决工业生产中数据采集与监视控制系统同企业信息系统间数据通信安全管理问题。一方面，工业安全网关可以实现自动化系统和现场设备间的实时通信及生产设备控制；另一方面，工业安全网关也可以将相关数据发送到企业信息化管理中心。一般来说，工业安全网关是由两个独立的主机系统组成，它们是企业数据交换系统和

工业安全应用系统，每一个主机系统有独立的 CPU 和存储单元。一个系统负责工业自动化生产系统的管理，另一个系统负责网关同企业信息系统的通信。利用工业安全网关，通过物理隔离、数据加密传输和适当隔离技术，可从根本上杜绝非法数据入侵工业生产控制系统。

1.4.4 复合型网关

对于一些比较复杂的物联网应用，所需要的网关的功能也比较复杂，比如网关需要管理蓝牙节点和 ZigBee 节点等。图 1-12 是一个复合型物联网网关的结构示意图。这个网关主要由高级精简指令集机器（Advanced RISC Machine, ARM）处理器、蓝牙数据采集模块和 ZigBee 数据采集模块、3G 通信模块、存储模块和复位模块等组成。

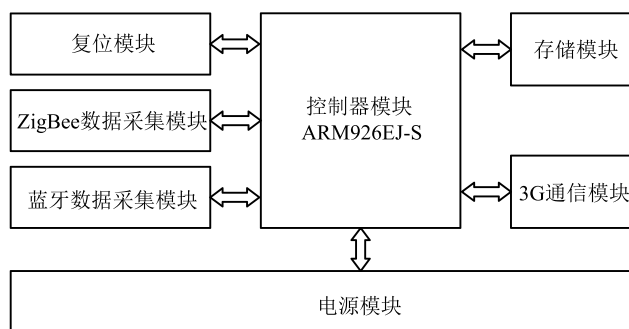


图 1-12 3G/ZigBee/蓝牙网关体系结构示意图

利用这个复合型无线网关，它可以实时采集来自 ZigBee 和蓝牙传感网的数据，并接收来自客户端的控制信息，实现对无线传感网的实时感知与控制。蓝牙/ZigBee 数据采集节点作为网关的重要模块，将传感信息实时上传并保存在存储模块中。网关通过 3G 通信模块拨号连接 3G 移动通信网络，在成功获得 IP 地址后，建立同数据服务中心服务器中数据采集程序的连接。一旦连接建立，即将来自蓝牙/ZigBee 数据模块的信息发送至服务器端。复合型无线网关的软件体系结构如图 1-13 所示。

一般来说，复合型无线网关采用开源的 Linux 操作系统的软件平台，其上可安装各种必要的驱动器，如点对点协议（Point to Point Protocol, PPP）驱动器、3G 通信驱动器、蓝牙驱动器及 ZigBee 驱动器等。为该网关所开发的应用程序包括 Web 服务模块、数据通信模块、物联网节点数据收集模块和网关与节点管理模块。在硬件平台上移植 Linux 操作系统成功后，编写应用软件即可实现网关功能。网关的主要功能有网关信息通知、串口接收和数据转发 3 部分，软件设计采用模块化设计思想，各分子程序分开编写，供主程序调用。串口接收指实时接收来自传感网的信息，主要涉及对 Linux 串口的配置操作。数据转发部分依赖 Socket 网络编程实现，通过通信模块拨号获得 IP 后，就可以在网关和服务器之间建立 Socket 连接，进行数据传输。在编写服务器 Socket 程序的过程中，一般采用多线程技术，使服务器可以同时处理多个网关的数据发送请求。

复合型无线网关的一个重要功能是数据的传输。复合型无线网关主程序流程图如

图 1-14 所示。当网关操作系统被启动后，首先运行 3G 通信数据程序，然后实施应用程序的初始化。复合型网关上运行的应用程序一般具有两个功能：第一是为监控蓝牙/ZigBee 设备或传感器数据流向，对于所收集的来自蓝牙/ZigBee 设备的数据在进行初步处理后，通过 3G 或 4G 网络发送到物联网数据服务中心；第二是监测来自远程数据服务中心的数据，获得来自数据服务中心的命令并解析后，可以实施对蓝牙或 ZigBee 设备的控制。

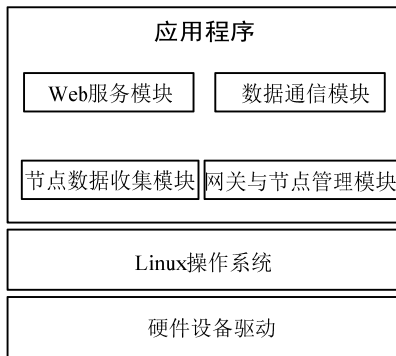


图 1-13 复合型无线网关软件体系结构

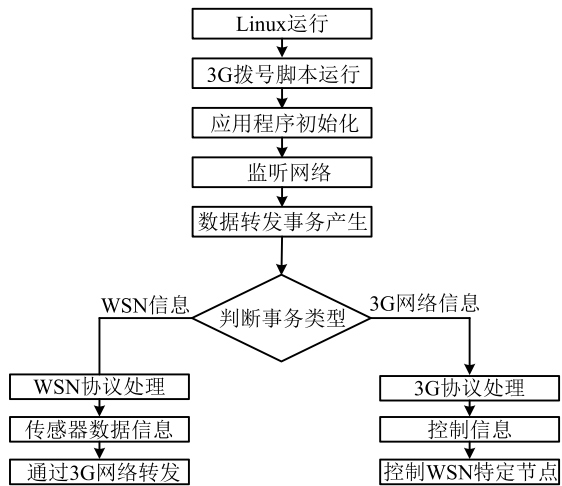


图 1-14 复合型无线网关主程序流程图

1.5 小 结

本章首先介绍了物联网实时信息系统，它包括物联网节点、物联网网关、物联网传输网络、物联网数据服务中心、物联网服务接入网络和物联网服务客户端。物联网网关是物联网实时信息系统中最重要的一个组成部分，是物联网应用的技术核心。在众多物联网应用中，所涉及的物联网网关可分为单片机网关、智能手机网关、X86 工控机网关与复合型网关。

思 考 题

1. 物联网提供什么服务？
2. 物联网服务是由什么系统来提供的？
3. 物联网实时系统由哪几个部分组成？

案 例

图 1-15 为小米米家物联网网关，其内置蓝牙、Wi-Fi 及 4G 模块，它可以控制家庭电器设备、门锁、灯泡等。该网关支持语音和触屏双操作，随时通过语音声纹、手势操作查看全屋设备，支持 89 家 IoT 平台的 2000 多款智能设备。

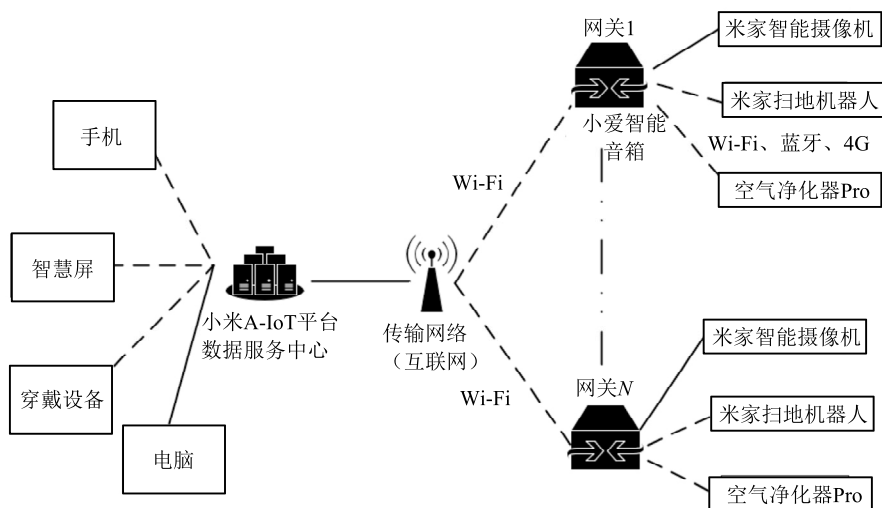


图 1-15 小米米家物联网网关