

一种面向物联网应用的通用网关平台的设计

郑磊,罗健飞,苏湘,夏雨潇,吴仲城

(中国科学院合肥物质科学研究院,合肥 230031)

摘要:通信网络的多样性导致的信息割裂是物联网物与物互联互通目标的一个障碍,物联网网关正是为解决异构网络之间互联互通而提出的,是物联网应用系统中重要的基础设施。该文介绍了一个采用面向对象思想设计的与异构网络无关的可移植、易扩展、松耦合的通用物联网网关平台G²W,旨在解决传统网关面对新的应用场景和需求适应性差的问题。G²W的软件架构按照网关数据处理流程分通信抽象、数据编解码和应用服务3层,文中详细介绍了每一层的功能目标和实现方式。最后给出一个基于G²W设计的Z-GateWay网关实例和基于Z-GateWay实现的数采系统。

关键词:物联网;网关平台;异构网络;通用网关平台

中图分类号:TP301 **文献标志码:**B

Design of IoT Oriented General Gateway Platform

ZHENG Lei, LUO Jian-fei, SU Xiang, XIA Yu-xiao, WU Zhong-cheng

(Hefei Institutes of Physical Science, Chinese Academy of Sciences, Hefei 230031, China)

Abstract: Heterogeneous networks keep the aim of IoT, making things around the world interconnected, from coming true. The coming up IoT Gateway becoming a key device of IoT tries to solve the interconnection problem between heterogeneous networks. We proposed G²W, a portable, extensible and loosely coupled network gateway platform designed by object-oriented method to overcome the shortage of adaptability when the traditional gateway faces a new scenario and requirement in this paper. According to the procedure of processing sensor data, G²W divided into 3 layers and we describe the function and realization each layer in detail. Finally, we gave an IoT gateway prototype, Z-GateWay, based on G²W and a IoT system prototype based on Z-GateWay.

Key words: internet of things (IoT); gateway platform; heterogeneous Network; general gateway platform (G²W)

与传统的旨在解决人与人之间的通讯问题的通信技术不同,物联网将通讯扩展到人与物以及物与物的领域,依托云计算平台,物联网正在或将在物流交通、远程医疗^[1]、智慧环境和个人社交等领域展现其独特的魅力^[2]。

物联网架构一般分为感知层、网络层、应用服

务层3层^[3],通信问题作为应用服务数据来源,以及感知信息传输的手段,是物联网技术最基本的问题,针对不同应用场景衍生出不同的调制、编码、网络形式,这种通信方式的多样性导致分布各地的信息孤岛的形成,构成了物联网发展的一个瓶颈。

物联网感知层的传感器网络需通过网络层将

收稿日期:2013-03-12;修订日期:2013-04-03

基金项目:新一代宽带无线移动通信网科技重大专项(2011ZX03005-002);安徽省科技攻关重大项目(11010301013)

作者简介:郑磊(1989—),男,在读硕士研究生,研究方向为传感器网络;罗健飞(1986—),男,博士研究生,研究方向为物联网技术;苏湘(1989—),男,在读硕士研究生,研究方向为传感器接口标准;夏雨潇(1991—),女,在读硕士研究生,研究方向为传感器网络;吴仲城(1968—),男,研究员,研究方向为传感器网络。

数据传输到云端，而感知层的传感器网络和网络层网络是异构的，通常在感知层和网络层间通过一个网关设备来完成数据无缝传输^[4-5]。目前国内外各物联网企业或研究机构大多针对特定应用场景，根据特定需求设计网关，大多仅作为网络协议的转换器，在网络环境、应用需求变动时需对网关做很大的变动才能适应新的应用场景。目前还没有一个与异构网络无关的可移植、易扩展的硬件平台来适应不同的应用场景，这是物联网大规模应用的一个障碍。

鉴于此，本文提出一个面向物联网应用的通用网关平台 G²W，G²W 是采用面向对象技术设计的松耦合系统，具有可移植性和扩展性。同时给出一个基于该软硬件平台的 Z-GateWay 网关以及基于该网关构建的一个用于环境监测的数据采集系统。

1 G²W 硬件体系架构

根据该 G²W 在物联网系统中的应用场景和需求，G²W 硬件平台主要以下 4 个模块构成：

1) 中央处理模块。完成系统的控制，数据处理运算，是 G²W 硬件平台的核心模块。中央处理模块可选择基于 ARM 内核、51 内核的 SOC 芯片或者 Xilinx、Altera 的 FPGA 系列产品等。

2) 通信模块。通信模块和对应的通信网络形成单点连接，网络数据通过该点输入输出。网关工作于两个异构网络间，故至少由两种不同类型的通信模块构成，G²W 可实现多点对多点的异构网络互联。

3) 人机交互模块。人机交互模块由本地输入和状态显示两个部分构成，常见的人机交互模块有键盘、RS232 接口、数码管、LCD 显示屏等。

4) 电源管理模块。电源管理模块用于给网关的各个模块提供稳定的电源条件。

2 G²W 软件体系架构

2.1 架构简介

从传感器网络 Sink 节点的角度，G²W 需完成传感器数据处理任务，由此得到 G²W 业务用例。传感器数据处理业务用例可细化为传感器数据收发、传感器数据编解码和传感器数据应用 3 个概念用例，如图 1。3 个概念用例包含两个用于控制数据在各实体间传递的虚通道用例。根据传感器数据收发、传感器数据编解码和传感器数据应用对数据处理

的流程，可将软件架构分为 3 个层次——通信抽象层、数据编解码层和应用服务层，如图 2 所示。

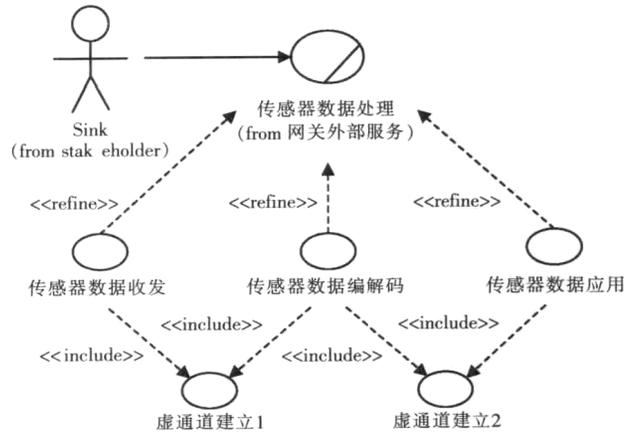


图 1 G²W 用例分析

Fig.1 G²W use case analysis

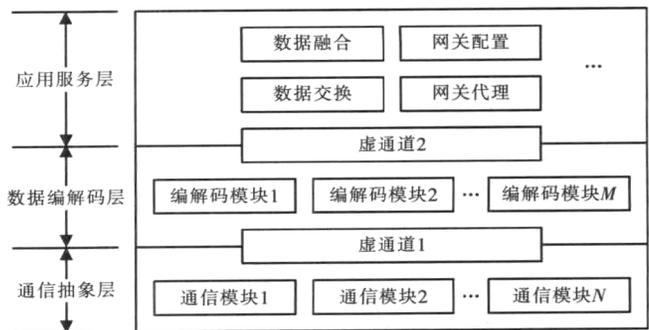


图 2 G²W 软件层次架构图

Fig.2 G²W software hierarchical structure diagram

2.2 工作流程分析

G²W 的数据处理流程如图 3 所示，该图为 G²W 的活动图，共分传感器数据收发、虚通道 1、传感器数据编解码、虚通道 2 和传感器数据应用 5 个泳道描述了该网关的数据处理流程。

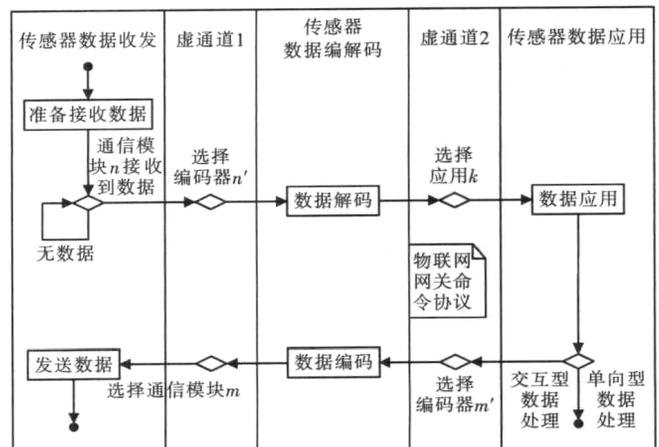


图 3 G²W 活动图

Fig.3 G²W activity diagram

2.3 概念用例详解

2.3.1 数据收发用例

传感器数据收发用例由数据收发实体实现,收发实体由位于通信抽象层的 N 个通信实体组成,如图 4。 N 个通信实体由 N 个硬件通信模块抽象而来。每个通信实体独立完成与底层传感器网络节点(通常是传感器网络中 Sink 节点)或网络层设备的通信任务。数据收发实体对上层提供服务接口,完成接收数据推送和上层数据发送。通信实体收到数据后,数据收发实体将数据交给虚通道 1,虚通道 1 将上层发回的数据交给数据收发实体发送出去。

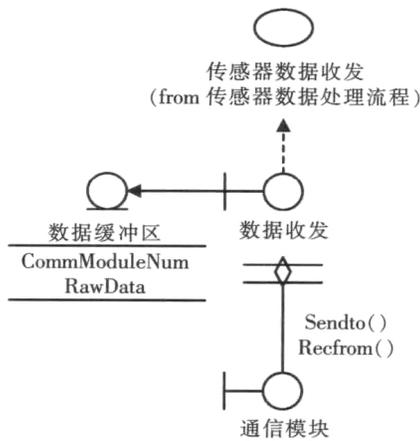


图 4 数据收发用例实现模型

Fig.4 Realization model of sending and receiving use case

2.3.2 虚通道 1

虚通道 1 由虚通道 1 控制实体构成。虚通道 1 控制实体位于通信抽象层和数据编解码层之间,用于将通信实体接收到的数据送给相对应的编解码实体。通信实体和编解码实体分别表示为

$$M = \{m_1, m_2, \dots, m_N\}$$

$$D = \{d_1, d_2, \dots, d_M\}$$

对于 $\forall m_n \in M, \exists d_m \in D$ 与之对应,且 d_m 是唯一的,因此从通信实体 M 到编解码实体 D 的正向关系构成了一个映射关系 f , f 由 $N \times M$ 矩阵 C 表示:

$$C = \begin{bmatrix} c_{11} & c_{12} & \dots & c_{1M} \\ c_{21} & c_{22} & \dots & c_{2M} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ c_{N1} & c_{N2} & \dots & c_{NM} \end{bmatrix}$$

$c_{nm}=1$ 表示 m_n 通信实体接收或发送的数据由 d_m 编解码。由于映射 f 在系统设计好后一般是固定的,因此虚通道控制 1 实体也可称作静态虚通道控制实体。设立虚通道 1 和 2 控制实体(见下文)

的目的是为了减少层与层间的耦合, N 个通信实体和 M 个数据编解码实体间有多达 M^N 种映射关系,如果没有虚通道 1 控制实体,当系统间编解码关系需改动时,可能要同时改动 $N+M$ 个实体对象,耦合度极高,而采用虚通道 1 控制实体后只需修改映射 f 即可,保证了低耦合度,改善了移植性。

2.3.3 数据编解码用例

传感器数据编解码用例由数据编解码实体实现,它由 M 个数据编解码模块组成,如图 5。数据编解码实体位于数据编解码层。该编解码功能实现的是数据帧级的编解码。数据编解码实体提供两个服务接口,对下层通信抽象层传递的数据帧提供数据解码服务,得到数据负载后提供给应用服务层;对上层应用服务层的数据负载提供编码服务,得到帧数据后传递给通信抽象层。数据编解码层通过虚通道 1 和虚通道 2 控制实体与上下层交互。

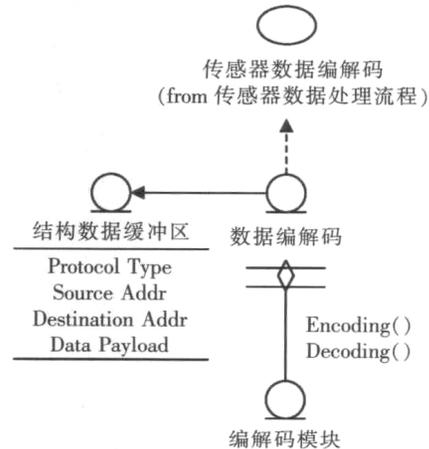


图 5 数据编解码用例实现模型

Fig.5 Realization model of encoding and decoding use case

2.3.4 虚通道 2

虚通道 2 由虚通道 2 控制实体构成。虚通道 2 设立目的与实现方式和虚通道 1 类似,虚通道 2 控制实体位于数据编解码层和应用服务层之间。根据 G²W 命令协议解析数据编解码层传递过来的数据负载得到命令编号和参数,然后根据命令编号选择应用服务层服务实体,并将参数传递给该服务层实体。应用服务层实体要发送数据时,虚通道 2 控制实体在该服务实体和相应的数据编解码实体间建立连接关系。根据应用服务的不同,该连接通道是不断变动的,因此也称作动态虚通道控制实体。

2.3.5 数据应用用例

传感器数据用例位于应用服务层,由多个应用

服务实体构成,如图6。这些实体可根据应用需求裁剪和添加。虚通道2实体将解析后参数传递给对应的应用实体,实体完成相应功能。数据交换服务即完成传统网关基本数据转发功能,物联网感知层网络接收的数据转发到网络层,这是最基本服务,一般必须实现;数据融合根据系统应用场景,对多源数据组合处理,使其满足应用需求;网关配置和网关代理满足传感器节点和网络层设备与网关进行交互。对于数据交换的交互型应用,应用服务层产生的数据反向传回通信抽象层,若是单向应用,则应用服务实体完成任务后,一次传感器数据应用结束。

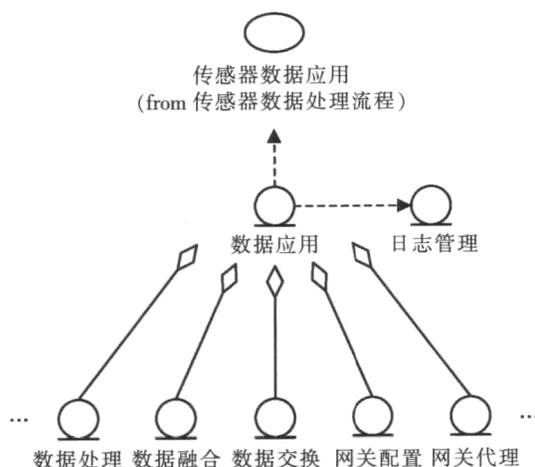


图6 数据应用用例实现模型

Fig.6 Realization model of data application use case

3 应用实例展示

3.1 数采平台简介

采用G²W的软硬件架构设计的Z-GateWay网关现已应用于环境监测的数采平台系统,该环境监测数采平台系统按物联网三层架构搭建,主要用于室内外空气温、湿度和光照监测。感知层的传感器网络采用Zigbee技术构建,Z-GateWay网关工作于数采平台的感知层,感知层节点通过Z-GateWay使用TCP/IP协议将数据传送给位于局域网中的数据库服务器,数据库服务器可以为本地和远程应用提供数据支撑,本数采平台系统已经实现基于Web和Android移动终端两种数据显示应用,用户可以通过浏览器或移动终端客户端浏览实时或历史数据。

3.2 Z-GateWay网关

Z-GateWay网关实物如图7,中央处理模块由基于ARM-11内核的S3C6410处理器构成;通信模块有4种:Zigbee通信模块、WiFi模块、以太网模块

和3G模块;人机交互模块有串口、LED及按键。

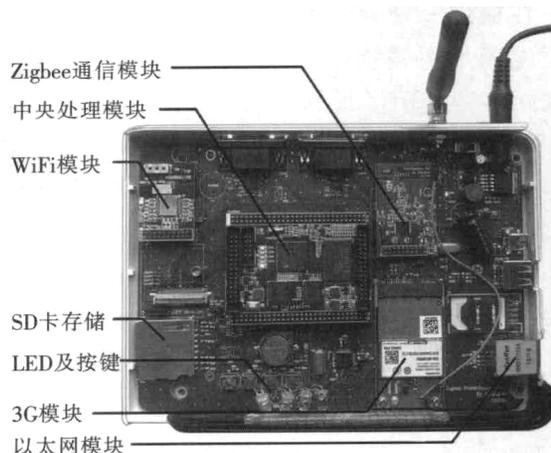


图7 Z-GateWay网关实物图

Fig.7 Photo of Z-GateWay

Z-GateWay网关基于linux操作系统,通信抽象层共抽象出3个通信实体——Zigbee通信实体、TCP/IP通信实体和3G通信实体;由于采用了统一的数据帧格式标准,数据编解码层用一个数据编解码实体;应用服务层实现了数据交换、数据处理和网关配置3项服务。

3.3 结果展示

基于G²W设计的Z-GateWay网关应用于数采平台系统,取得了很好的效果,实现了数采平台的设计目标。图8展示了基于传感器数据库实现的可以浏览实时和历史环境数据的Web页面。



图8 基于Web的传感器数据显示

Fig.8 Sensor data diagram based on web

4 结语

计算机网络的发展诞生了一批诸如网桥、交换机、路由器之类的标准设备,物联网的发展必然也会诞生一批新兴标准设备,物联网网关解决了异构网络最基本的互联互通问题,是物联网应用中极其

重要的组成部分,必将成为物联网标准设备之一。 G^2W 旨在提供一种通用的物联网网关解决方案,最大限度地满足网关软件的可移植性和可扩展性,满足物联网多种应用场景的需求。 G^2W 并未规定实现机制,不同的硬件设计和软件实现方式在很大程度上决定了数据包吞吐率、丢包率和处理延迟等性能参数,这也是 G^2W 要细化研究的内容。物联网的产业化发展需要标准的出台,望本文介绍的 G^2W 可为物联网正在进行的标准工作提供参考示例。

参考文献:

[1] Z Xiao Ming,Z Ning.An open,secure and flexible platform

based on internet of things and cloud computing for ambient aiding living and telemedicine[C]//Computer and Management (CAMAN),2011 International Conference on,2011:1-4.

[2] L Atzori,A Lera,G Morabito.The internet of things:A survey[J]. Computer Networks,2010,54:2787-2805.

[3] 朱洪波,杨龙祥,于全.物联网的技术思想与应用策略研究[J].通信学报,2010,31(11):2-9.

[4] Z Qian,W Ruicong,C Qi,et al.IOT gateway:bridging wireless sensor networks into internet of things [C]//Embedded and Ubiquitous Computing (EUC),2010 IEEE/IFIP 8th International Conference on,2010:347-352.

[5] C Hao,J Xueqin,L Heng.A brief introduction to IoT gateway[C]//Communication Technology and Application (ICCTA 2011),I-ET International Conference on,2011:610-613. ■

(上接第14页)

3.2 采样信号的滤波

利用传感器采样的数据因为电压噪音、电磁干扰等原因,每个数据都会有一定的误差。而利用低通滤波器 LPF 进行滤波可以很好地将数据的噪音去除,本设计采用滑动平均的方法进行滤波,对于抑制随机噪声并保留陡峭边沿来说非常有效,滑动平均滤波原理是对一组数组 $yt(n)$ 中每个点分别进行 $N-1$ 点移动平均后得到滤波结果 $fyf(n)$,其滤波算法模型描述如下:

$$fyf[n] = \frac{1}{N} \sum_{i=0}^{N-1} yt[n-i], (n \geq N-1) \quad (3)$$

式中: N 为滤波滑动平均的点数; $yt(n)$ 为原始数据振幅序列第 n 点的采样值。

滑动平均滤波转为离散数字算法如下。

```
do{
    accelerationx[1]=accelerationx[1] + Sample_X;
    count2++;
}while(count2! =0x40);
accelerationx[1]= accelerationx[1]>>6;
```

3.3 系统软件设计流程

本文发射端选用 MCU 的一个 16 位定时/计数器中的 Timer0 产生定时中断,此中断两个目的:一是定时触发 AD 采样,保证采样 1 kHz 频率,确保采样计算精确;二是当 MCU 进入休眠状态时,定时器产生 50 ms 中断进行休眠唤醒,达到减少功耗作用。程序启动后即可对位移信息进行计算,一般启动后先使用设计按键进行基准点选择,在后序未手动进行基准点选择时,程序在判断速度为 0 时自动设立采样基准点。发射端程序流程如图 7 所示。

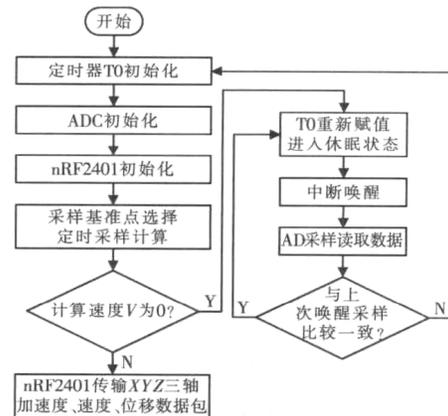


图7 发射端程序流程图

Fig.7 Program flow chart of transmitter

4 结语

基于 MEMS 技术的微加速度计和超低功耗设计应用于电脑输入便携设备,在功耗及外形上做出重要改进,形成了体积小指环式低功耗输入设备,本设计在电脑鼠标应用上已完全可实际操作,并具有良好的可操作性。另外,在基于 MEMS 技术电脑输入设备研究的基础上,改进设计接收端数据处理方法,具有较好的三维使用拓展空间,能开发一系列专用的游戏控制设备,有更好的游戏体验感。

参考文献:

[1] S Lee,G Nam,JChae,et al.Two-dimensional position detection system with MEMS accelerometer for mouse applications[C]// Proceedings in Design Automation Conference,2001:852-857.

[2] 侯向锋,刘蓉,周兆丰.加速度传感器 MMA7260 在步态特征提取中的应用[J].传感技术学报,2007,20(3):507-511.

[3] 秦旭.计算机鼠标的硬件原理及其编程[J].电子技术,1999,26(9):23-24. ■