

家庭网关传感器网络接入模块的研究与开发^①

陈程¹, 秦小伟², 唐鼎²

¹(重庆大学 通信工程学院, 重庆 400030)

²(中国科学院 声学研究所高性能网络实验室, 北京 100190)

摘要: 在物联网架构下给出家庭网关传感器网络接入模块的需求分析, 基于物联网家庭网关的软、硬件平台及传感器网络的软硬件平台, 提出利用串口接入传感器网络汇聚节点快速实现家庭网关传感器网络接入模块的开发的方法, 实现物联网架构中传感器网络的融合。

关键词: 物联网; 网关; 传感器网络; 接入模块

Research and Development of Sensor Network Accessing Module in Home Gateway

CHEN Cheng¹, QIN Xiao-Wei², TANG Ding²

¹(College of Communication Engineering, Chongqing University, Chongqing 400030, China)

²(High Performance Network Lab (HPNL), Institute of Acoustics, China Academy of Sciences, Beijing 100190, China)

Abstract: This paper gave the Sensor Network Accessing Module Demand Analysis for Internet of Things Home Gateway in the architecture of Internet of Things, proposed the development approach of fulfilling the Sensor Network Accessing Module in the way of serial accessing Sensor Network Sink Node, based on the hardware and software platform of the Internet of Things Home Gateway and the Sensor Network, realized the Sensor Network integration in the Internet of Things architecture..

Keywords: internet of things; gateway; sensor network; accessing module

1 引言

传感器网络(Sensor Network, SN)^[1]是由大量传感器节点通过无线通信技术组成的自组织网络, 它集数据的采集、传输、融合分析于一体, 是信息技术的一个新领域, 极大地扩展了人们的信息获取能力。

物联网(Internet of Things)^[2], 是在互联网基础上延伸和扩展的网络, 它利用了传统的传感器网络技术让所有的物品都与网络连接在一起, 方便识别和管理。

传感器网络作为物联网的核心支撑技术, 对传感器网络的研究将推动物联网的研究与发展。本文中家庭网关传感器网络接入模块实现了传感器网络在物联网家庭网关中接入, 是完成物联网家庭网关开发的关键所在。

本文在物联网架构下, 搭建物联网家庭网关的软、硬件平台及传感器网络的软硬件平台, 给出家庭网关

传感器网络接入模块的需求分析, 利用串口接入传感器网络汇聚节点快速实现家庭网关传感器网络接入模块的开发。本文的研究有助于物联网家庭网关的开发, 推动物联网的产业化。

2 传感器网络与物联网家庭网关

传感器网络是由部署在监测区域内大量的低成本微型传感器节点组成, 节点间一般通过无线、多跳通信方式形成一个自组织网络系统。在传感器网络中, 传感器节点协作地采集和处理网络覆盖区域中感知对象的信息并通过汇聚节点(sink node)发送给观察者。通过传感器网络可以直接感知客观世界, 从而极大地扩展了现有网络的功能和人类认识世界的能力。

及时获取感知区域内的信息并进行处理、转发等操作是无线传感器网络应用中的关键问题之一。一般

① 基金项目: 国家科技重大专项(2009ZX03004-001); 中国科学院“十一五”知识创新工程重大专项(KGCX1-YW-19)

收稿时间: 2010-07-15; 收到修改稿时间: 2010-08-16

情况下, 汇聚节点接收传感器节点发送的数据, 通过有线或无线方式与其它控制设备相连, 后者完成数据的读取、转换、转发等工作。

网关^[3](Gateway)又称网间连接器、协议转换器。网关是一种充当转换重任的计算机系统或设备, 它可以在使用不同的通信协议、数据格式或语言, 甚至体系结构完全不同的两种系统之间互联。根据网络连接层次分为传输网关和应用网关, 传输网关用于在 2 个网络间建立传输连接, 而应用网关则可以在应用层上进行协议转换。

物联网家庭网关是一个应用网关, 是连接传感器网络与物联网的控制设备。它用于家庭内部网络包括 wifi 网络、传感器网络、移动通信网络在整个物联网网络中互联, 实现了各种数据的转换及转发。它在物联网系统中定位如图 1:

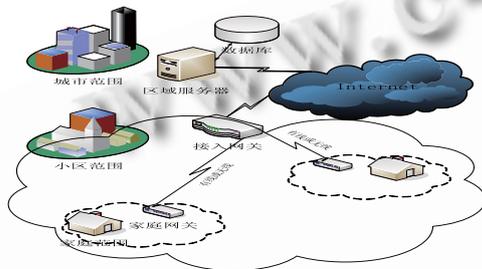


图 1 物联网系统架构

在家庭网关内部, 传感器节点采集感知区域内的数据, 进行简单的处理后发送至汇聚节点; 家庭网关中的传感器网络接入模块通过与汇聚节点的通信读取家庭网关下传感器网络的数据并转换成用户可知的信息, 如传感器节点部署区域内的温度、湿度、光强等; 接着进行远距离传输, 传输方式包括以太网、无线通信网等, 最终到达远程物联网区域服务器。同时, 家庭网关还可以封装传感器网络消息如控制命令发送到各传感器网络的传感器节点实现对传感器网络的管理。物联网家庭网关内部架构如图 2:

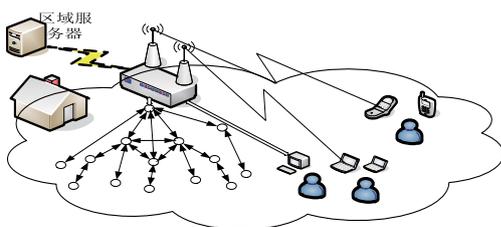


图 2 物联网家庭网关内部架构

3 物联网家庭网关传感器网络接入模块

3.1 物联网家庭网关传感器网络接入模块需求分析

物联网家庭网关是一个较大的系统, 实现了传感器网络、wifi 网络和移动通信网络的接入、数据处理和转发。对于传感器网络来说, 家庭网关在传感器网络与其它网络或物联网区域服务器进行数据传输的过程中处于承上启下的地位, 家庭网关是接入传感器网络的保障。在本课题中, 传感器网络在家庭网关的接入, 是通过网关与汇聚节点的通信实现的, 因此家庭网关中传感器网络接入的模块就是家庭网关与汇聚节点通信的模块。

家庭网关中传感器网络接入模块的构建以实用性、开放性、功能的可扩展性、技术的先进性为指导原则, 通过对传感器网络数据传输过程的分析, 并按照嵌入式系统的开发流程总结出该模块的设计需求如下:

硬件需求: 家庭网关硬件平台应具有低功耗、高性能的嵌入式微处理器, 有支持多模块通信的接口, 如串口、以太网接口等。

软件需求: 网关软件平台应为便于移植的, 可裁减的嵌入式操作系统。此平台应支持传感器网络数据的采集、转换、转发等应用程序, 并支持多线程编程。

根据上述的硬件和软件需求家庭网关中传感器网络接入模块的总体实现目标如下: 1. 家庭网关中传感器网络接入模块的设计应进行模块化设计, 可以实现和其它模块程序并行执行; 2. 家庭网关中传感器网络接入模块的设计要具备良好的可扩展性, 为后续的传感器网络管理功能开发留有接口; 3. 家庭网关中传感器网络接入模块要实现对传感器网络节点信息的采集、转换以及控制命令的转发。

3.2 利用串口快速实现家庭网关传感器网络接入

由于家庭网关是一个多接入系统, 利用现有的技术解决方案可大加快家庭网关的开发周期, 增强网关的应用性。因此家庭网关硬件平台采用基于 Broadcom 公司 bcm5354 片上系统的嵌入式开发平台。在此平台上, 可快速进行 802.11n 的开发, 实现 wifi 设备的接入。并且利用平台的 Mini PCI-E 接口, 可扩展开发 3G 模块实现与移动通信网的融合。

传感器网络的搭建采用的就是业界最大的无线传感器网络产品供应商 Crossbow 公司的高性能低成本新产品 IRIS 节点。

通常传感器网络与其它网络如 Internet 连接, 可通过传感器网络的汇聚节点直接实现, 如本项目中传感器网络的 IRIS 传感节点, 可利用 Crossbow 公司 MIB600 接口板在 IRIS 传感节点上编程实现汇聚节点接入到 Internet, 但汇聚节点的处理能力十分有限, 得不到大规模应用。

利用处理能力强的嵌入式开发平台开发传感器网络与其它网络的数据转发已得到越来越多的应用。但由于市场上各种传感器网络节点所支持的协议标准不统一, 在嵌入式开发板上开发传感器接入模块都需要开发人员从最基本硬件开发开始, 根据组网所需的传感器节点类型开发相应射频模块, 这样大大增加了产品的开发周期^[4]。

汇聚节点是传感网络的中枢, 它负责采集本网络的传感数据信息。汇聚节点与嵌入式家庭网关的通信则完成传感器网络在物联网家庭网关的接入。由于本家庭网关的硬件平台留有 USB 串口提供扩展开发, 因此我们可以直接利用 USB 串口接入汇聚节点, 在家庭网关中完成数据的读取、转换、转发等工作。

利用串口接入传感器网络汇聚节点快速实现家庭网关传感器网络接入模块的开发, 不仅扩展了传感器网络的管理功能, 而且缩小了产品的开发周期。传感器网络节点信息的采集、转换以及控制命令就可以通过家庭网关串口对传感器网络汇聚节点读写传感器网络消息实现。

4 家庭网关传感器网络接入模块的研究与开发实现

4.1 家庭网关传感器网络接入模块的研究

由上述知, 利用串口接入传感器网络汇聚节点可快速实现家庭网关传感器网络接入模块的开发, 家庭网关与传感器网络汇聚节点之间的通信就可以利用串口通信读写汇聚节点数据来实现。

本家庭网关软件开发是基于 Linux 操作系统下的嵌入式开发。在嵌入式 Linux 操作系统下, 对串口等设备和文件的操作都等同于文件的操作, 这样大大简化了系统对不同设备的操作, 提高了效率。在程序中, 设备和文件都是通过文件描述符来操作的。文件描述符是一个非负数的索引值, 指向内核中每个进程打开的文件记录表。当打开一个现存的文件或者创建一个新文件时, 内核就向进程返回一个文件描述符。当需

要对设备进行读写操作时, 也需要把文件描述符作为参数传递给相应的函数。

Linux 的设备文件都存放在“/dev”目录下^[5], 串口资源对应的设备名是“/dev/tty+编号”, 因此串口对应的设备文件的路径是“/dev/tty*”。由于 Linux 内核有设备驱动程序来负责串口的输入输出, 对串口的操作可以像读写普通文件一样读写设备文件即可。

在 Linux 中, 串口参数包括波特率、起始位数量、停止位数量等数值, 串行口的属性参数全部反映在一个 struct termios 中, 它定义在头文件 termios.h 中

为了方便编程, Linux 系统还包含了一系列针对与 termios 结构的设置函数, 用来完成获取和设置串口属性, 设置波特率等功能。通过这些专用函数, 可以方便的在 Linux 下设置串口的属性。串口通信程序可分为以下几个步骤:

- ① 打开串口设备; 设置打开方式。
- ② 设置串口, 最基本的串口设置包括波特率设置, 校验位和停止位设置。
- ③ 使用 read 或 write 函数来读写串口;
- ④ 当读写串口完毕后, 应使用 close 函数关闭该串口, 恢复原来的属性。

4.2 汇聚节点与家庭网关通信数据格式分析

在上述传感器网络环境下, 汇聚节点收到传感节点消息为 TinyOS 系统消息, 在 Tinyos 系统中也称为主动消息(AM)。

在实际节点运行时, TinyOS 定义的最大数据长度为 29 字节, 汇聚节点收到数据最大长度为 36 字节。当汇聚节点收到节点消息需要通过串口向家庭网关发送消息时, 将发送地址填为 0x7e, 家庭网关就能通过串口收到汇聚节点消息。

在家庭网关与汇聚节点之间的串口数据传输协议为 PPP in HDLC like Framing, 所以, 串口在发送汇聚节点 TinyOS 消息之前要对汇聚节点的 TinyOS 消息进行封装。封装的主要工作是: 1. 帧的头加上 0x7e、串口消息包类型和和串口消息序列号, 尾部加上 0x7e, 头尾的 0x7e 作为同步标识, 包类型标识是否要对此消息进行确认及确认包; 2. 对原始数据中的特殊字符, 如 0x7e, 0x7d, 进行转义, 变为 2 个字符, 即: 0x7e—>0x7d 0x5e、0x7d—>0x7d 0x5d。从 TinyOS 消息结构可以看出串口发送的消息长度不是固定的。在串口之中发送的消息格式如下:

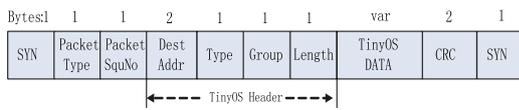


图 3 串口消息帧结构

4.3 家庭网关传感器网络接入模块开发实现

在了解了汇聚节点数据帧格式和串口传输的数据格式之后，便可以利用串口编程对汇聚节点数据进行读取，继而进行相关处理操作。

由上述分析，传感器网络在家庭网关中的接入是指家庭网关采用串口通信方式读写汇聚节点数据，家庭网关传感器网络接入模块功能主要分为下面三个方面：串口的初始化；读取串口发过来的消息数据并校验处理，正确则发送给物联网区域服务器；将收到物联网区域服务器发过来的 TinyOS 消息封装为串口消息写入串口。

由于串口数据格式和 TinyOS 消息格式的差异性，当家庭网关收到传感器网络汇聚节点通过串口发送过来的串口字节流时，首先就将串口字节流还原成原串口数据包，再将串口数据包还原为汇聚节点要发送到物联网区域服务器的 TinyOS 消息包。家庭网关在收取传感器网络汇聚节点消息时处理流程如下：

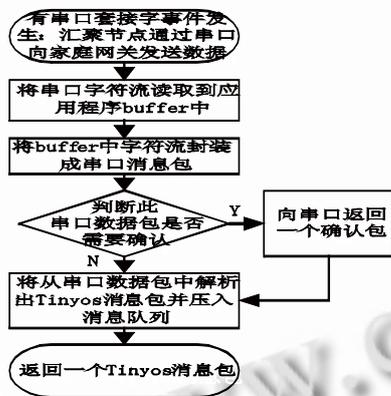


图 4 家庭网关在收取汇聚节点消息处理流程图

在串口消息中，串口数据包可分为需要接收端确认和不需要接收端确认两种情况，标识在串口数据包的第二个字节。当接收端需要对接收到的串口数据确认时，需要发送一个与串口数据序列号一致的确认证包。确认证包就是一个 TinyOS 数据为空的串口数据包：

同理，当物联网区域服务器通过家庭网关向传感器网络汇聚节点发送消息时，如发送对传感器网络节点的控制命令，家庭网关需要将区域服务器发送过来的 TinyOS 消息包封装成串口数据包，通过串口发送到

汇聚节点中。家庭网关在向传感器网络汇聚节点发送消息时处理流程如下图 5：

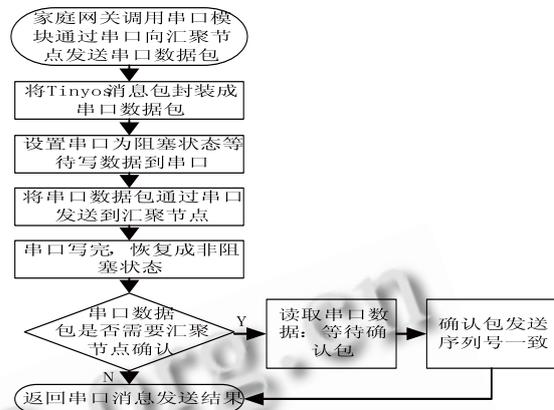


图 5 家庭网关向汇聚节点发送消息处理流程图

在发送完串口数据包后，家庭网关根据发送的串口数据包类型可能等待汇聚节点返回给家庭网关的串口数据确认证包，如读取到的串口消息为串口数据的确认证包并且确认证包的序列号与原串口数据序列号一致则认为发送串口数据成功。

5 结束语

本文在家庭网关的硬件平台上利用串口接入传感器网络汇聚节点实现了传感器网络在物联网家庭网关中的接入，并总结出 Linux 操作系统开发环境下串口通信程序开发的步骤。本模块已在物联网家庭网关中运行，实现了物联网基本架构的构建，实践证明程序运行良好，数据收发正确。本文对于从事物联网研究、应用及嵌入式 Linux 下的串口开发设计具有一定的参考价值。下一步的研究方向是在家庭网关上对传感器网络数据的管理，提高家庭网关与区域服务器之间通信的有效性。

参考文献

- 1 孙利明,李建中,陈渝,等.无线传感器网络.北京:清华大学出版社,2005.4-390.
- 2 温家宝.2010 年政府工作报告.[2010-7-1].http://www.gov.cn/2010lh/content_1555767.htm
- 3 蔡皓.基于嵌入式系统的无线传感器网络网关设计与实现[硕士学位论文].北京:北京邮电大学,2008.
- 4 匡兴红,邵惠鹤.无线传感器网络网关研究.计算机工程,2007,33(6):228-230.
- 5 王捷,史小军.嵌入式 Linux 下串口应用开发.电子工程师,2008,34(4):54-56.