

多通道分布式环境监测系统的超高频 RFID 网关设计

刘凯, 缪贤浩

(湖北理工学院 计算机学院, 湖北 黄石 435003)

摘要: 传统的超高频 RFID 网关无法避免由于多种数据同时在一个网关进程中竞争, 将会造成网关的冲突, 导致任务失败, 从而降低了环境监控信息采集的准确率; 为此, 设计并实现了基于 MC13213 的多通道分布式环境监测系统的超高频 RFID 网关系统; 硬件部分详细阐述了基于 MC13213 的 RFID 网关设计方法, 重点阐述网关终端节点、网关路由节点和网关中心节点的设计方法; 软件部分详细阐述了网关进程之间通信机制的设计和网关任务机制数据结构程序设计方法; 实验结果表明, 利用文章系统能够避免超高频 RFID 网关在通信过程中的冲突, 提高了环境信息采集的准确率。

关键词: 多通道分布式; 环境监测系统; 超高频 RFID; 网关设计

Multichannel Distributed Environmental Monitoring System of Uhf RFID Gateway Design

Liu Kai, Miao Xianhao

(School of Computer Science, Hubei Polytechnic University, Huangshi 435003, China)

Abstract: Traditional UHF RFID gateway is inevitable due to a variety of data in the process of a gateway competition at the same time, the conflict will cause the gateway failed, which reduces the environmental monitoring information acquisition accuracy. To this end, was designed and implemented based on the multi-channel MC13213 distributed environmental monitoring system of UHF RFID gateway system. Hardware part elaborated based on the RFID MC13213 gateway design methods, emphasis on the gateway terminal nodes, gateway routing nodes and gateway nodes at the centre of the design method. Software part in detail in this paper, the design of the communication mechanism between gateways process mechanism and gateway task data structure programming method. The experimental results show that the system presented in this paper can avoid the ultra high frequency RFID gateway in the conflict in the process of communication, improve the accuracy of environmental information collection

Keywords: multichannel distributed; environmental monitoring system; UHF RFID; gateway design

0 引言

多通道分布式环境监测系统通常利用无线超高频 RFID 射频技术进行监测数据的通信^[1]。在使用超高频 RFID 射频识别技术进行环境监测数据的采集后, 需要将海量的数据的传输过程中, 由于多通道分布式网关系统的传输方向和数据量都具有较强的随机性, 因此会造成网关的冲突^[2]。为了避免上述弊端, 需要对多通道分布式环境监测系统的超高频 RFID 网关协议进行防冲突设计^[3]。超高频 RFID 网关设计方法已经成为环境监控领域需要研究的热门课题, 受到很多专家的重视^[4]。现阶段, 主要的超高频 RFID 网关防冲突系统主要包括基于网关特征的防冲突系统^[5]、基于数据流方向的网关防冲突设计系统和基于堵塞数据反馈的网关防冲突系统^[6]。其中最常用的是基于堵塞数据反馈的网关防冲突系统^[7]。由于超高频 RFID 网关防冲突系统应用范围十分广泛, 因此, 拥有广阔的发展空间, 成为很多科研单位研究的重点课题^[8-9]。

1 基于 MC13213 的 RFID 网关硬件部分设计

1.1 RFID 网关终端节点的硬件设计

超高频 RFID 网关终端节点主要包括 MC13213 控制芯片、板载天线、电源、传感器等部分构成, 如图 1 所示。传感器的主要功能是采集监测区域中的环境信息, 并将信息通过射频识别的通信方式发送到监控中心。在环境监控系统中, 由于对于监测区域的环境指标需要通过不同功能的传感器完成信息的采集, 因此在本文设计的 RFID 网关终端节点的原理图中只预留了传感器的接口, 但未将传感器的芯片与终端节点相连接。在实际的应用中, 可以根据接入不同功能的传感器, 从而实现 RFID 网关终端节点的不同功能。

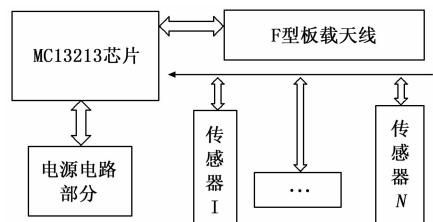


图 1 RFID 网关终端节点结构

收稿日期: 2014-06-13; 修回日期: 2014-07-14;

作者简介: 刘凯 (1982-), 男, 湖北黄石人, 硕士研究生, 讲师, 主要从事物联网技术、网络安全及 WebGIS 应用方向的研究。

1.2 RFID 网关路由节点的设计

RFID 网关路由节点的功能是完成射频信号的接收和发送功能。由于路由节点需要一定的数据处理功能，因此，在设计的过程中加入 AT-MEGA 128 位的微处理器，根据中心节点发送的指令对 RFID 终端节点进行有效控制。并将反馈的信号发送到中心节点。路由节点的结构如图 2 所示。

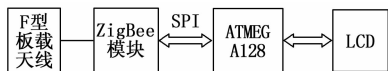


图 2 RFID 路由节点模块

1.3 RFID 网关中心节点的设计

RFID 网关中心节点的主要作用是实现通信之间的协调，为了提高网络协调器与以太网的控制性能，在设计的过程中采用 ARM9 微处理器 S3C240 通过 SPI 与通信模块相连。zigBee 模块的功能是实现信息的无线收发，在上述 ARM 平台，构建 RFID 网关通信协议，通过 Web 服务器与万维网进行连接。如图 3 所示。

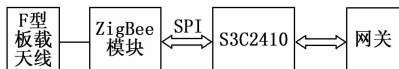


图 3 RFID 网关中心节点模块

2 基于 ED-VMT 的 RFID 网关软件系统设计

2.1 总体软件框架设计

在 RFID 网关软件系统中，每一个网关协议都有独立的 Linux 操作过程，因此当某一个网关协议进行发生异常时，能够实现在线故障修复。在本文的软件系统中，需要设计一个核心功能模块 (NSM)，利用它能够实现不同通信系统相连接，为 RFID 网关协议屏蔽操作细节，从而提高了 RFID 网关软件的可移植性能。以 NSM 模块作为核心的 RFID 网关软件中的各个网关协议进程之间的关系如图 4 所示。

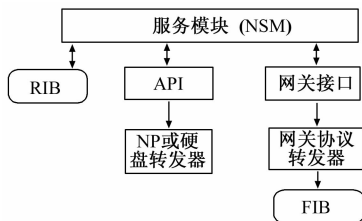


图 4 RFID 网关软件系统总体框架

其中，作为 RFID 网关软件系统核心部分的 NSM 的功能如下所述：

- 1) 为所有 RFID 网关协议模块提供接口信息。
- 2) 保持一个根据系统接口网关、网关协议的动态网关和静态网关构成的总的 IP 网关信息数据库。
- 3) 在所有动态网关协议之间分配网关协议信息。
- 4) 向 RFID 网关核心模块提供最新的动态网关信息由于网关协议的转发。

2.2 RFID 网关进程之间通信机制的设计

RFID 网关中各个进程的地位是不同的，但在全部进程之间存在一个最重要的进程，即 NSM 进程，它的主要功能是为

其余 RFID 网关协议进程提供服务，从而保证其余网关协议进程的顺利进行。RFID 网关进程之间的关系如图 5 所示。

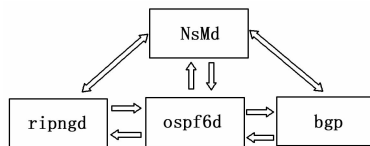


图 5 RFID 网关进程协议关系

根据图 5 能够得知，除了 NSM 进程之外，其余全部进程都与 NSM 进程进行通信。而其余进程彼此之间却不进行通信。因此，RFID 网关协议进程之间的通信过程是一对多的非对称过程。在 RFID 网关协议进程中，根据通信的方向的不同能够将通信的内容划分两种。

- 1) NSM 进程向其余网关协议进程通信，如表 1 所示。

表 1 NSM 通信进程

通信进程内容	发生时间
网关全部接口信息	网关协议启动时刻
网关接口的变换信息	网关接口状态变化时刻
特定类型的网关信息	网关协议重新配置时刻

- 2) 其余网关协议进程向 NSM 进程通信，如表 2 所示。

表 2 其它网关协议进程通信

通信进程内容	发生时间
网关协议启动信息	网关协议启动时刻
动态网关信息	接收到新的网关信息时刻
网关协议的重新分配请求	当网关协议需要将获取的特定的网关信息重新分配到该协议中的时刻

为了能够让所有的网关协议进程与 NSM 的通信过程具有同样的标准，需要设置一个全部进程之间的通信协议 CAP，用于相互之间信息的交换。CAP 格式的通信协议信息如图 6 所示。

数据包的长度 2字节	命令字符长度 1字节
---------------	---------------

图 6 CAP 格式协议信息

各个 RFID 网关协议在启动时刻，都会自动与 NSM 进程进行连接，并设置好与上表 1 和表 2 中的指令相应的功能函数，从而使得全部进程都是标准化进程。

2.3 多通道分布式网关任务机制数据结构程序设计

在上述 RFID 网关协议的软件体系框架中，都有的 RFID 网关协议都根据同一个 NSM 进程实现。对于多通道分布式环境监控系统的超高频 RFID 网关的单个网关协议进程，需要采用虚拟多任务方式实现网关协议。在虚拟多任务中，主要包括两种数据结构，第一种是任务结构，第二种是任务管理结构。在上述数据体系中，每一个网关进程都有一个任务管理进程，任务管理进程包含各种任务的需要的重要信息，其中最重要的

包括下述 5 个方面: 1) 事件任务序列; 2) 读取任务序列; 3) 写入任务序列; 4) 读写任务序列的准确序列; 5) 预定任务序列。

任务管理进程的数据结构在程序上的实现如下所述:

```
Struct thread_master
{
Struct thread_list read; 读取任务序列
Struct thread_list write; 写入任务序列
Struct thread_list timer; 定时任务序列
Struct thread_list event; 预定任务序列
Struct thread_list unuse 读写任务序列的准确序列
fd_set readfd; 读取信息集合
fd_set writefd; 写入信息集合
fd_set exceptfd; 异常信息集合
unsigned long alloc;
```

上述的序列都是多通道分布式环境监控系统的超高频 RFID 网关虚拟任务调度工作的基础。多通道分布式虚拟任务的数据结构在程序上的实现如下所示。

多通道分布式虚拟任务数据结构:

```
Struct thread
Unsigned char type; /* thread type */ 需要完成的任务的类型
Struct thread * next; /* next pointer of the thread */
Struct thread * prev; /* previous pointer of the thread */
Struct thread_master; /* pointer to the struct thread_master. */
int(* func)(struct thread *); /* event function */ 完成主要任务的主函数
Void * arg; /* event argument */ 任务调解函数的第一个数据
Union{
Int val; /* second argument of the event. */ 任务调度函数的第二个数据
Int fd; /* file descriptor in case of read/write. */
Struct timeval sands; /* rest of time sands value. */ 预定任务时间
}u;
Rusage_T ru; /* Indepth usage info. */
```

在上述多通道分布式虚拟任务的结构中, 最重要的部分主要有下述几项。

多通道分布式虚拟任务的类型主要分为事件任务、读取信息任务、写入信息任务和预定任务这 4 种。

- 事件任务: 主要用于事件的调度执行、建立程序连接等;
- 读取信息任务: 需要用于读取环境监控系统的监控信息;
- 写入任务: 主要用于发送环境监控系统的监控信息;
- 预定任务: 主要用于为网关协议提供预设服务;

3 实验结果及分析

实验的过程中, 利用仿真软件 matlab 简历多通道分布式环境监测系统的超高频 RFID 通信的模拟环境。

在多通道分布式 RFID 通信系统的网关防冲突实验的过程中, 设置环境监控系统采集的环境信息数据量不断增加, 利用传统系统和本文系统进行网关防冲突实验, 则多通道公分布式 RFID 通信系统的网关调度时间能够用图 7 进行描述。

根据图 7 实验结果能够得知, 在多通道分布式环境监测系统的超高频 RFID 通信的过程中, 随着环境监测系统采集的环境数据量的不断增加, 网关中调度任务发生冲突的概率也在逐

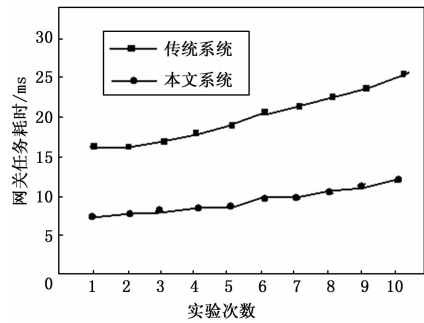


图 7 不同系统任务调度时间对比

渐提高, 导致 RFID 网关中的任务调度时间也不断增加。而利用本文系统能够避免上述传统系统的缺陷, 从而缩短了网关任务调度耗费的时间。

将上述实验过程中的数据进行整理和分析, 能够得到表 3 中的实验结果。

表 3 网关任务调度时间数据表

试验次数	数据数量	传统系统时间/ms	本文系统时间/ms
1	100	16	7
2	200	16	7
3	300	17	8
4	400	18	8
5	500	19	8
6	600	20	9
7	700	21	9
8	800	23	10
9	900	24	11
10	1000	25	12

利用不同系统进行实验的过程中, 超高频 RFID 网关中出现冲突的概率能够用图 8 进行描述。

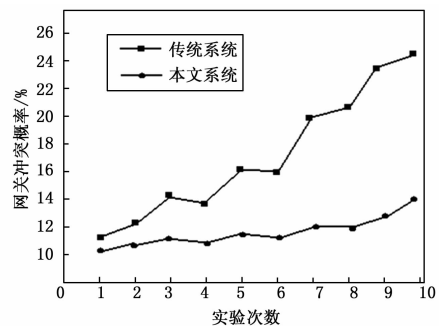


图 8 不同系统网关中冲突概率

根据上图实验结果能够得知, 利用传统系统进行实验, 随着任务量的逐渐增加, 网关冲突的概率也会逐渐增加。而本文系统则能够保持较强的鲁棒性。针对上述数据进行整理和分析, 能够得到表 4 中的实验结果。

