

# 基于 ZigBee 技术的射频识别读写器网络的构建\*

## The Construction of RFID-Reader-Network Base on ZigBee

苏平<sup>1</sup>, 蒋泰<sup>1</sup>, 张予帅<sup>1</sup>, 苏红帆<sup>2</sup>, 陈学斌<sup>2</sup>

SU Ping<sup>1</sup>, JIANG Tai<sup>1</sup>, ZHANG Yu-shuai<sup>1</sup>, SU Hong-fan<sup>2</sup>, CHEN Xue-bin<sup>2</sup>

(1. 桂林电子科技大学计算机与控制学院, 广西桂林 541004; 2. 南宁市公安局交通警察支队, 广西南宁 530028)

(1. College of Computer and Control of Guilin University of Electronic Technology, Guilin, Guangxi, 541004, China; 2. Traffic Police Branch, Nanning Bureau Security, Nanning, Guangxi, 530028, China)

**摘要:**采用 ZigBee 技术的树型网络拓扑构建一个基于 ZigBee 技术的射频识别(RFID)读写器网络。该网络将 RFID 读写器以 Ad Hoc 的方式连接起来, 构建 RFID 读写器网络, 使得读写器能更加高效、快速、准确地获得标签上的信息, 有效地提高系统的性能。

**关键词:**读写器 射频识别 ZigBee 技术 网络拓扑

**中图分类号:** TP302.1, TN925.93 **文献标识码:** A **文章编号:** 1002-7378(2009)04-0291-03

**Abstract:** Cluster tree topology is introduced to construct the RFID-Reader-Network with ZigBee technology. The network will be connecting RFID reader with the Ad Hoc manner, which allowing readers to more efficient, rapidly and accurately accessing to the information on the label and improving the performance of system effectively.

**Key words:** reader, RFID, ZigBee, net topology

射频识别(Radio Frequency Identification, RFID)是一种利用无线通信技术实现的非接触式自动识别技术, 具有非接触、安全性高、传输速度快、支持多目标识别的特点。近年来, 随着超大规模集成电路技术的发展, RFID 设备的成本大大降低, RFID 技术逐渐走向实用, 在众多领域获得了广泛的应用。RFID 系统主要由 3 部分构成: 标签、读写器和应用系统。标签由耦合元件及芯片组成, 每个标签具有唯一的电子编码, 附着在物体上标识目标对象和物体信息。读写器通过射频信号从物品的标签中读取信息, 再将这些信息传递给后台的应用系统进行处理。在目前实际的 RFID 应用环境中, 如物品监测系统, 要求能够实时地识别出在一定范围内所有的标签,

而单个读写器的作用范围有限(UHF 频段的 RFID 系统一般识别距离在 10m 范围内)<sup>[1]</sup>。因此, 在这种系统中有必要放置多个读写器。多个读写器之间需要一个网络连接起来, 进行数据通讯, 交换信息, 从而实现多个读写器协同工作。现有的 RFID 读写器网络一般是建立在有线网络的基础上, 将每个 RFID 读写器以 RS-232 串口或者以太网的方式与计算机进行连接, 从而对读写器收集到的标签上数据进行处理。有线网络需要布线, 不能随时随地联网, 安装不方便。RFID 读写器之间需要一个无线网络, 实现无线通讯。目前, 无线通信技术中应用比较广泛的技术有: ZigBee, 蓝牙(BlueTooth), 无线局域网 802.11(Wi-Fi)和红外数据传输(IrDA)等。其中 ZigBee 是 IEEE802.15.4 协议的代名词, 它使用 868MHz/915MHz/2.4GHz 波段, 采用直接序列扩频(DSSS)技术, 它的基本速率是 250kb/s, 当降低到 28kb/s 时, 传输范围可扩大到 134m, 并获得更高的可靠性。每个 ZigBee 的子网可有 254 个节点, 从而可以很好地支持游戏、消费电子、仪器和家庭自动化

收稿日期: 2009-10-10

修回日期: 2009-11-03

作者简介: 苏平(1984-), 男, 硕士研究生, 主要从事 RFID、企业信息管理、嵌入式系统方面的研究。

\* 国家电子信息产业发展基金项目(信部运[2006]634号), 广西科技三项项目(桂科攻 081671-1)资助。

应用。根据 ZigBee 技术短距离、低功耗,低速率、低成本,大容量,有效范围小,高安全,工作频段灵活等特点,我们选用 ZigBee 技术将 RFID 读写器以 Ad Hoc 的方式连接起来,构建 RFID 读写器网络,实现高效、快速地读取标签上的信息,同时简化了组网的过程。

### 1 基于 ZigBee 技术的 RFID 读写器网络的架构

基于 ZigBee 技术的 RFID 读写器网络采用树型网络拓扑结构(图 1),实现分布式 RFID 读写器系统。

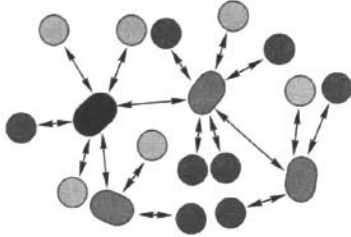


图 1 树型网络拓扑<sup>[2]</sup>

● 协调器; ● 路由器; ● 全功能设备; ● 精简功能设备。

在图 1 的树型结构中,网络协调器、路由器和终端设备(RFID 读写器)之间均是由 ZigBee 无线网络来进行连接。同时,树型结构中,描述的是多个星型结构组成的集合体,每个星型结构和其他的星型结构是相互独立的。星型网络的组建流程如图 2 所示。每个星型结构中的网络协调器用来接受 ZigBee 网络传来的数据并控制每个独立结构的运行情况,同

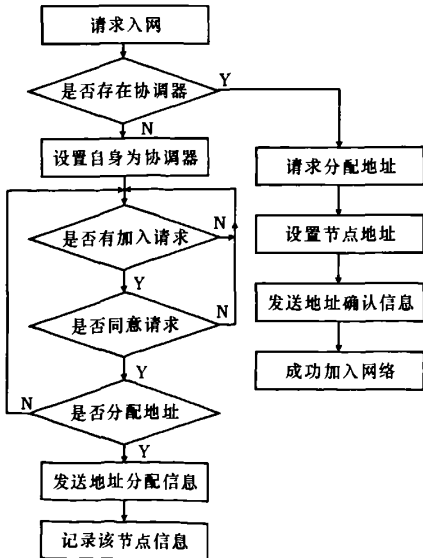


图 2 星型网络组建流程

实时地显示 ZigBee 网络的拓扑结构。路由器用于接收从终端设备(RFID 读写器)传来的数据并将其转发给网络协调器进行处理,同时将它接收到的网络协调器命令向读写器发出相应的操作。终端设备(RFID 读写器)接收标签上的信息。

### 2 基于 ZigBee 技术的 RFID 读写器网络的组网策略

#### 2.1 星型网络中的组网策略

在 ZigBee 网络中,任何一个 FFD 都可以成为网络协调器,这样在每个独立的星型网络中可以有以下一种简单的组网策略。

(1)一个 FFD 设备在第一次被激活后,首先广播查询网络协调器的请求,如果接收到回应就说明网络中已经存在网络协调器,再通过一系列认证过程,设备就成为了该网络中的普通设备;如果没有收到回应,或者认证不成功,这个 FFD 设备就可以建立自己的网络,并且成为这个网络中的网络协调器。组建好后,其他设备均是将数据包发送给网络协调器,再转发给接收方。

(2)在确定为网络协调器后,该协调器首先将自己设定为簇头,并将簇标识号设置为 0,同时为该簇悬着一个未被使用的 PAN 网络标识号,形成网络的第一个簇。由于绝大多数设备都是 FFD 设备,而在确定网络协调器后,其他的 FFD 设备总是作为 RFID 设备连接到网络中。

(3)该网络协调器接下来就是在网络中广播信标帧,临近的设备收到信标帧后,就可申请加入该簇。网协调器可以决定设备是否可以成为该簇的成员,设备请求被允许后则将该设备作为簇的子设备加入到网络协调器节点的邻节点列表中。

#### 2.2 树型网络中的组网策略

在星型网络组网策略基础上,每个星型网络又可以是树型网络中的一个网络协调器,只是该种类型的协调器为网络的终端节点的上一层路由器。同时,在离树型网络的协调器较远的情况下,通过在网络中设置多级路由器来将其连接起来,从而使得整个网络的覆盖范围更大,实现分布式控制结构,使得整个网络结构组建起来。整个网络的通信和工作机制主要由以下几个部分组成:ZigBee 协议栈、树型路由算法和设备与设备之间点对点通信所需的数据链路层服务。

##### 2.2.1 ZigBee 协议栈

ZigBee 协议栈建立在 IEEE 802.15.4 的 PHY

层和 MAC 层规范之上,主要是实现网络层和应用层之间的联系。在该协议栈中,通信数据是利用帧的格式来封装的,协议栈的每一层都有特定的帧结构。在应用程序需要发送数据时,它下面的每次一层在接收到上一层的协议数据单元(PDU)作为本层的服务数据单元(SDU),然后附加相应的帧头作为本层的 PDU,继续向下发送,其帧结构之间的关系如图 3 所示。

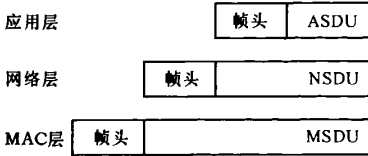


图 3 每层帧结构之间的关系

2.2.2 树型路由算法

树型路由算法包含网络地址分配机制和寻址机制。当一个协调器建立一个网络后,它将自身的网络地址设为 0,并把自己的网络深度(网络协调器到当前节点的跳数)记为  $D_0 = 0$ 。如果后面有节点  $i$  想加入到该网络中的  $k$  节点,那么  $i$  节点即为  $k$  节点的子节点。节点  $k$  需要根据自己的地址  $A_k$  和网络深度  $D_k$  为节点  $i$  分配网络地址  $A_i$ 。容易知道,节点  $i$  的深度  $D_i = D_k + 1$ 。

这里假定父设备拥有子设备数的最大值为  $C_m$ ,网络的最大深度为  $L_m$ ,父设备将路由器作为它子设备的最大数为  $R_m$ ,那么在给定网络深度和路由器及子设备数的条件下所能分配子区段地址数  $S_d$  为:

$$S_d = \frac{1 + C_m - R_m - C_m \cdot R_m^{L_m - d - 1}}{1 - R_m}$$

如果一个设备的  $S_d$  为 0,即它不能分配子区段,也就是没有接收子设备的能力,为网络的终端设备。如果大于 0,则可以接收子设备。

子设备在没有路由功能的情况下,它在网络中分配到的地址为:  $A_n = A_k + S_d R_{m+n}$ 。如果有路由功能的情况下,它在网络中的地址为:  $A_n = A_k + 1 + S_d(n - 1)$ 。

在树型网络中地址的分配机制对应的寻址机制为:一个路由器上的数据包转发到目的地址  $D$ ,这

个路由器的地址和深度为  $A$  和  $d$ 。首先判断目标地址是否为其子设备:

$$A << D < A + S_d$$

如果满足上式的话,即目标地址为其子设备,那么下一跳地址就是  $D$ 。否则,路由器将此数据包发送到它的父设备。

2.2.3 MAC 层服务

MAC 层位于底层的物理层和网络层之间,从物理层接收数据,这需要原语操作中的请求(Request)和响应(Response);为网络层提供相应的服务,这需要原语通信中的确认(Confirm)和指示(Indication)向网络层返回信息。

3 结束语

采用 ZigBee 树型网络来对 RFID 多读写器网络进行组网,主要是有两个方面的优势。一是 ZigBee 技术低速率、功耗低、低成本、短时延、高容量、高安全以及工作频段灵活,填补了低速率无线通信技术的空缺,与其他标准在应用上几乎无交叉。在实际应用环境中,低速率、低成本的无线通信应用于自动化、自动控制、无线传感网络等诸多领域。ZigBee 技术的这些特点恰恰符合 RFID 读写器网络的要求,数据量不大,同时对控制的实时性要求高。二是树型网络的特点,树型网络可以简单地理解为多个星型结构的集合。若干个星型拓扑连接到一起,可以使通信区域扩大。它的优点是成本较低,覆盖范围较大,有利于组建一个较大范围内的 RFID 读写器网络。因此,选用 ZigBee 技术中的树型拓扑结构来对 RFID 读写器网络进行组网是一种比较好的选择。

参考文献:

[1] 岳磊,赵晓群.一种 RFID 读写器网络的设计及其实现[J].微计算机应用,2007,28(7):704-707.  
 [2] 杨庚. Zigbee 无线传感器网络的设计与应用[D].苏州:苏州大学,2007:8-13.

(责任编辑:邓大玉)