

基于 433M 路由算法在抄表系统中的应用与研究

熊邦毛¹, 陈亚军², 王兴邦¹

(1. 西华师大计算机系, 南充 637002; 2. 西华师大物理系, 南充 637002)

摘要: 提出一种初始设置路由表, 动态维护路由表的自适应路由算法。该算法在通信前执行一次路由表状态扫描, 确保通信线路节点的有效性和可靠性, 根据通信路径深度选择最优路径, 完成远程数据通信过程。已应用于一套基于 ZigBee(2.4 GHz)的无线抄表方案中, 实现了远距离的数据通信。

关键词: 无线抄表系统; ZigBee 技术; 433M 无线; 路由算法

Application and Study of Routing Algorithms Based on 433M in Meter Reading System

XIONG Bang-mao¹, CHEN Ya-jun², WANG Xing-bang¹

(1. Department of Computer, China West Normal University, Nanchong 637002;

2. Department of Physics, China West Normal University, Nanchong 637002)

【Abstract】 This paper depicts an adaptive routing algorithms by initializing or maintaining routing table dynamically. The algorithms scans routing table to guarantee validity and reliability between the nodes, and finishes the process of communication by choosing the shortest path. The algorithms are applied to the project of wireless meter reading system based on ZigBee(2.4 GHz) to realize the communication remotely.

【Key words】 wireless meter reading system; ZigBee technology; 433M wireless; routing algorithms

1 概述

随着国内外无线通信技术的发展, ZigBee(2.4 GHz)无线通信技术以其设备省电、通信可靠、网络的自组织和自愈能力强、成本低廉、网络容量大、数据安全等优点被广泛应用。

433M无线技术具有低功耗、低成本、穿透力强、通信可靠等优点, 在许多控制领域, 尤其在自动抄表系统的水表、气表的通信设备中应用广泛。但 433M无线技术只能实现点对点通信, 且两点间通信距离有限, 这限制了该技术的应用范围, 本文设计一套基于 433M无线自适应路由算法, 实现远程设备间数据中继转发功能, 并详细分析了远程无线抄表系统^[1]中的关键技术和实施难点, 解决了其技术瓶颈问题。

为了准确描述算法的思想, 本文以一套引用 433M 无线通信技术及 ZigBee 技术的远程自动抄表系统方案为例, 描述其算法实现过程。

2 基于 433M 的路由算法

2.1 基于 433M 无线及 ZigBee 技术的抄表方案简介

2.1.1 系统组成及功能描述

该远程无线抄表系统采用分层结构, 如图 1 所示, 由远程上位机管理系统(集抄中心)、区域集中器、采集器 3 个部分组成。上位机管理系统通过 GPRS^[2]无线公网与集中器进行无线连接, 继而从集中器获得各采集器传输来的实时电能表、冷水表、燃气表、暖气表数据, 对电、水、气用户进行用量的统计、查询、报表打印等工作, 并对集中器、各种表的参数进行设置, 完成小区楼宇、单元、层数、楼道、表地址、用户档案的建立。集中器完成对各采集器数据的收集、存储

和管理。采集器是通过 433M无线通信线路与每户电能表进行通信, 完成电能表数据的采集, 通过电能表将冷水表、燃气表及暖气表^[3]的数据抄回。

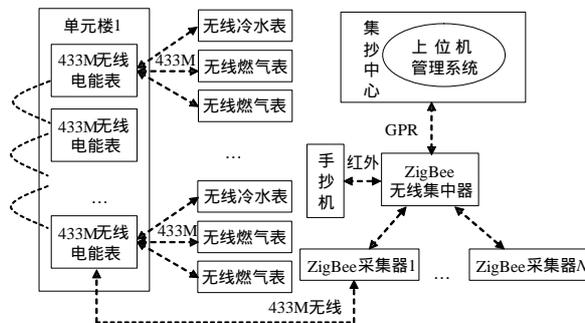


图 1 远程无线抄表系统拓扑结构

2.1.2 通信协议及通信过程描述

(1)室内冷水表、燃气表、暖气表与室外电能表之间通信过程。通信方式为 433M 无线通信, 通信协议采用自定义协议, 电能表用 220 V 交流供电, 其余器件用电池供电, 为了降低功耗达到省电目的在非通信时可置设备于休眠状态。

(2)置于顶层或次顶层电能表与每栋楼底的 ZigBee 采集器之间通信过程。通信方式为 433M 无线通信, 通信协议采用自定义协议, 因为电能表及 ZigBee 采集器均可采用 220 V

基金项目: 四川省教育厅科研基金资助重点项目(2004A102)

作者简介: 熊邦毛(1974 -), 男, 硕士, 主研方向: 通信工程, 嵌入式系统应用; 陈亚军, 教授; 王兴邦, 硕士

收稿日期: 2007-05-25 E-mail: scncxbm@126.com

交流供电，所以功耗不存在问题，但目前 433M 无线技术只能实现点对点通信，且有通信距离的限制，以美国 Integration 公司生产的无线射频芯片 IA4421 为例，室内通信最大距离为 50 m，室外可视通信最大距离为 150 m 左右，若超出该芯片的有效通信距离就无法实现通信。

(3) ZigBee 采集器与集中器间的通信过程。通信方式为 ZigBee(2.4 GHz)，通信协议采用 ZigBee 标准、IEEE 802.15.4 协议、DL/T 645 通信协议，由于采用较为成熟的无线蜂窝技术，因此通过无线自组 MESH 网络将数据传至集中器是易于实现的。

(4) 集中器与集抄中心间通信过程。集中器通过 GPRS 无线公网传至远端集抄中心，通信协议采用 IEC 62056 通信协议，这是一项较为成熟的技术。

2.1.3 方案实施的技术难点

在目前的无线抄表系统方案中，基于 433M 无线及 ZigBee 技术的抄表方案具有低成本、可靠性高的优点，由 2.1.2 节的通信过程描述可知，其实现关键在于顶层或次顶层电能表与每栋楼底的 ZigBee 采集器之间的通信过程能否顺利完成。因此，如何实现这一通信过程是此方案的技术难点。下文将通过设计算法完成该部分的通信功能。

2.2 算法过程描述

以上述方案为例，设计一套算法实现顶层电能表与每栋楼底 ZigBee 采集器之间的通信过程。假定置于某小区某栋楼 1 楼的 ZigBee 采集器要采集该楼第 30 层楼的某用户电能表数据，但该采集器通信距离有限，因此，不能直接与指定的电能表通信。

以美国 Integration 公司生产的无线射频芯片 IA4421 为例，分别以动态自适应路由方式和静态路由方式描述此算法，实现采集器与指定电能表之间的数据通信。

(1) 通信协议自定义格式如下：

0XAA	2DD4	包长字节数	地址码(源码和目标码)控制命令	实际表读数	CRC 校验	0XAA
------	------	-------	-----------------	-------	--------	------

其中，AA 代表起始和结束；2DD4 代表同步码，表示后接用户码；地址码包括源码和目标码；控制命令中“0”表示发送，“1”表示回传；CRC 为校验码。

(2) 对电表、水表、气表的地址编码规则如下：

小区号	楼栋号	单元号	楼层号	用户号	表类号
-----	-----	-----	-----	-----	-----

若字符串为“111111”，则表示 1 小区 1 栋 1 单元 1 楼用户电能表。表类号分别如下：0 为采集器，1 为电能表，2 为冷水表，3 为燃气表等。

(3) 每个电能表都对应有一个路由表，其格式如下：

序号	下一跳
----	-----

其中，下一跳指每个电能表接收到数据包后将传递给下一个目标电能表，依次形成数据包传递路径。

(4) 动态路由算法

假定 1~30 楼的用户电能表的地址分别为 R1~R30，采集器地址为 R0，在电能表出厂时路由表中“下一跳”地址与电能表本身的地址相同。

算法过程描述如下：

由集抄中心发抄表命令，经 GPRS 公网传至集中器，集中器将此命令转发给 ZigBee 采集器，ZigBee 采集器充当主协调器，以广播形式发出抄表命令数据包，此时该采集器路由表的“下一跳”地址中有且仅有 R0，假设只有电表 1 和电表 2 可以与之通信，其他电表因距离太远无法收到广播信息，

且电表 1 比电表 2 先收到采集器的数据包。电表 1 收到数据包后作出回应，同时将电表 1 自身的路由表中“下一跳”地址改为最先与之通信的设备的地址即采集器地址 R0；采集器收到电表 1 的回应后，将其“下一跳”地址改为最先回应的设备的地址即 R1；采集器收到电表 2 的回应后，将其地址 R2 追加到其路由表中，如图 2 所示。由于电表 1 回应 ZigBee 采集器时，采用广播形式，因此被电表 2 收到，电表 2 也将作出回应，当电表 1 收到电表 2 的回应后，将电表 2 的地址 R2 追加到其路由表中。同理，电表 2 回应时将电表 3 收到，电表 3 将作出回应，此时，电表 2 将把电表 3 的地址存于其路由表中，依次类推，电表 3 的路由表将是 R2 和 R4。假定每只表只能传 1 层楼，路由表中记录最多只能有 5 条，最少有 1 条。这样，通过 ZigBee 采集器发 1 条数据包就会将所有电能表中的路由表全部维护好，即存储了其邻居的地址。

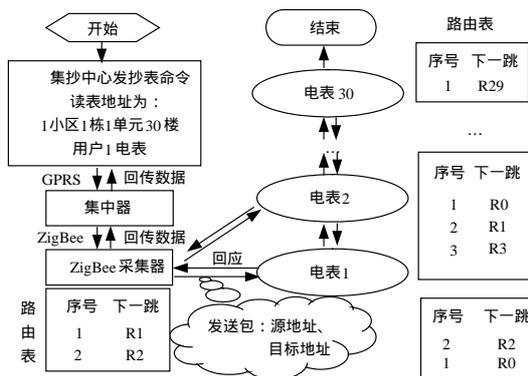


图 2 抄表过程

当用户任意增加或拆除一只表时，采集器在发数据包前将检查原来的路由，如果发现原路由由生成的路径有变化，就重新维护路由，更新所有电能表的路由表，以保证新增加的表能自动进入抄表路径中。拆除表时，只要现有的表能相互通信，就能找到一条路由由实现目标电能表数据的抄收。

采集器和各电能表对应的路由表如图 3 所示。

采集器 R0	电表 1(R1)	电表 2(R2)	电表 3(R3)	...	电表 30(R30)
下一跳 R1 R2	下一跳 R0 R2	下一跳 R0 R1 R3	下一跳 R2 R4	...	下一跳 R29

图 3 采集器和各电能表对应的路由表

根据路由表可得如图 4 所示的通信网络。

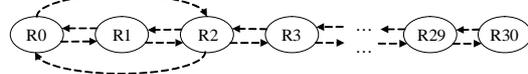


图 4 通行网络

如上所述，在采集器中，每次通信前生成的可能节点路径如下：

(1) R0, R1, R2, R3, R4, R5, ..., R30, R29, R28, R27, R26, ..., R4, R3, R2, R1, R0，节点总数为 30。

(2) R0, R2, R3, R4, R5, ..., R30, R29, R28, R27, R26, ..., R4, R3, R2, R1, R0，节点总数为 29。

...

如果 R1 能与 R3 通信、R2 能与 R4 通信，则通信节点路径为 R0, R2, R4, R6, ..., R30, R28, R26, ..., R4, R2, R0，节点总数为 15。

.....

(下转封 3)