

文章编号: 1000-5862(2014)02-0128-04

一种 RFID 路由节点地址分配方法

徐永谦¹, 余松森^{2*}, 赵振宇³

(1. 广东省自动化研究所 广东 广州 510070; 2. 华南师范大学软件学院 广东 佛山 528225;

3. 深圳信息职业技术学院 广东 深圳 518172)

摘要: 由于物联网 RFID 节点分布的非均匀性, 采用分布式地址分配机制容易出现部分节点地址空间富裕、部分节点地址空间不足的情况. 为此, 提出一种 RFID 路由节点地址分配方法, 其特点是引入节点权值来反映节点分布的非均匀性, 节点地址块的大小根据节点权值的不同动态分配. 具体实现包括邻接表建立、确定节点间父子关系和节点地址值分配 3 个阶段. 该方法能较好地提高节点地址分配成功率、降低平均通信开销.

关键词: RFID 路由; 地址分配; 节点权值; 邻接表

中图分类号: TP 311

文献标志码: A

0 引言

无线传感器网络(WSN)获取物理世界的数据, 射频识别技术(RFID)搭建起物理世界与信息世界的桥梁, 物联网环境下两者相互渗透有着较好的交集. 如 UbiSensor 把无线传感部分和 RFID 部分集成在了一起^[1], 文献[2]把温度传感器集成到了 RFID 芯片上, 在文献[3]的工作中, RFID 阅读器被当作传感器来定位和识别服务器. ALIEN 和 AWID 公司开发的 RFID 阅读器能够通过传感器触发, 然后对标签进行识别. 将具有 WSN 功能的 RFID 阅读器称为 RFID 节点, 其一方面能够对区域内的标签进行识别, 另一方面通过 WSN 能与相邻节点握手协调. 物联网 RFID 节点在通信协调过程中, 节点必须拥有自己的网络地址才能进行通信.

无线 RFID 网络环境中由于节点的随机分布性, 以及存在的随机运动会造成节点的非均匀分布, 出现部分节点地址空间富裕、部分节点地址空间不足的情况.

为了解决此问题, 现有的方法有: D. Giri 等^[4]针对路由节点作为父节点时地址空间不够的问题提出一种方案: 通过增大深度参数 $d(d = d + 1)$ 减小地址偏移量 $C_{skip}(d)$ 从而使父节点地址空间增大的方案, 即 SLAR(Single Level Address Reorganization) 算

法^[4]. M. S. Pan 等^[5]提出如何将如何提高节点的入网率问题转化为 NPC 问题, 并提出集中式的迭代建树和修剪、分布式的先深度后广度搜索、分布式的孤节点主动探测路径等方法对孤节点问题加以改善. 借地址方案: 现有的借地址算法主要分为 3 种: (i) 父节点地址空间不足时, 通知网络协调器借地址和分配借来的空闲地址^[6]; (ii) 地址空间不足的父节点根据有剩余地址节点的优先级发出借地址申请并分配空闲地址^[7]; (iii) 通过为节点分配两跳通信范围内的空闲地址优化网络拓扑, 从而提高节点获得地址的成功率^[8].

以上各种方法的缺点分别在于: SLAR 算法以深度换取宽度的方法能够改善路由节点地址空间不足的状况, 但必然使整个网络深度变小, 且地址重配置操作使组网开销和耗时增加, 所以适用于深度大的网络. M. S. Pan 等^[5]的方法算法复杂度、组网控制开销和组网耗时都明显增加. 借地址算法需要记录空闲地址的提供节点和使用节点的网络地址, 以便正确路由由数据分组. 现有的借地址算法能提高节点入网率, 但没有控制借地址的范围, 破坏了传感网络的“位置-地址”关系, 增加树状网络的冗余路径, 在簇树路由算法运行中会增加额外的路由开销和节点的存储开销, 与传感网络低开销和低成本的特点不相符.

为了解决节点分布的非均匀性造成网络节点地

收稿日期: 2014-01-12

基金项目: 国家自然科学基金(61172156, 61174123), 广东省战略性新兴产业发展专项资金(2011168012)和深圳市基础研究(JCYJ20130401095559824)资助项目.

通信作者: 余松森(1972-), 江西南昌人, 教授, 博士, 主要从事物联网、移动互联方面的研究.

址资源的浪费,本文提出一种 RFID 路由节点地址分配方法,该方法引入节点权值的概念来反映节点分布的非均匀性,节点地址块的大小根据权值的不同动态分配.该方法能较好地提高节点地址分配成功率、降低平均通信开销.

1 相关定义

1.1 邻居表

邻居表(BTR 表)用于存储传输范围内每个设备的信息,其格式如表 1 所示.

表 1 邻居表目录格式

域名	有效范围	描述
Ex_address	64 位二进制数	每个设备唯一的 64 位地址
Net_address	0x0000 ~ 0xffff	有待于分配的 16 位网络地址
De_type	0x00 ~ 0x02	邻居设备的类型: 0x00 为协调器, 0x01 为路由器, 0x02 为终端设备.
Relationship	0x00 ~ 0x03	当前设备和邻居设备间的关系: 0x00 为邻居设备是父节点; 0x01 为邻居设备是子节点; 0x02 为邻居设备是同属节点; 0x03 为以上都不是.
Depth	0x00 ~ L_m	邻居设备的树深度

1.2 子节点条目记录表

子节点表(STR 表)保存该节点的子节点设备的信息,其格式如表 2 所示.

表 2 子节点表目录格式

域名	有效范围	描述
Ex_address	64 位二进制数	每个设备唯一的 64 位设备地址
Net_address	0x0000 ~ 0xffff	有待于分配的 16 位网络地址
De_type	0x01 ~ 0x02	子节点设备的类型: 0x01 为 ZigBee 路由器, 0x02 为 ZigBee 终端设备.
Unode_number	0x00 ~ 0xff	该路由于子节点下辖的节点数(终端子节点值为 0)
Weight	0 ~ 1.00	该路由于子节点所占的权值(终端子节点值为 0)

1.3 相关命令

定义相关命令格式如下:

(i) 广播命令 Broad (Ex_address、De_type、Depth): 用于节点向周围广播自己的 64 位设备地址、类型和所处的深度.

(ii) 回复命令 Ack(Ex_address₁、Ex_address₂): 用于地址为 Ex_address₁ 节点向地址为 Ex_address₂ 节点发送一个应答信息.

(iii) 子节点申请命令 Son-Request (Ex_address₁、Ex_address₂、De_type、Unode_number): 用于地址为 Ex_address₁ 节点向地址为 Ex_address₂ 节点发出作为其子节点的请求,同时报告自己的设备类型、下辖的子节点数.

2 RFID 路由地址分配方法

该地址分配方法分为 3 个阶段:邻接表建立、确定节点间父子关系、节点地址值的分配.

2.1 邻接表建立过程

首先节点之间有一个相互探询以了解其周围邻居节点状态的过程,该时间大约为 $2L_m$ 个相邻节点信息传输时间(L_m 为网络的最大深度).具体过程如下:

(i) 协调器发送一个广播命令 Broad,发起邻接表建立过程,广播命令 Broad 中邻居设备的树深度 Depth 初值为 0;

(ii) 邻节点收到广播命令 Broad 后将作以下处理:

①若第 1 次收到该广播命令 Broad,将在其邻居表中建立相应的记录,该邻居表记录中 Depth 值为收到的广播命令中的 Depth 值 + 1;否则将判断广播命令中的 Depth 值 + 1 是否小于已有邻居表记录中对应的 Depth 值,若小于则替换之,否则不做任何处理;

②按照收到的广播命令的地址,向目标发送一回复命令 Ack;目标节点根据收到的 Ack 命令,建立一条的子节点条目记录表,其子标志位置为 false;

③若邻节点为路由节点,则继续转发广播;若为终端节点,则不转发广播.

RFID 路由节点地址分配中邻接表建立过程示意图如图 1 所示.

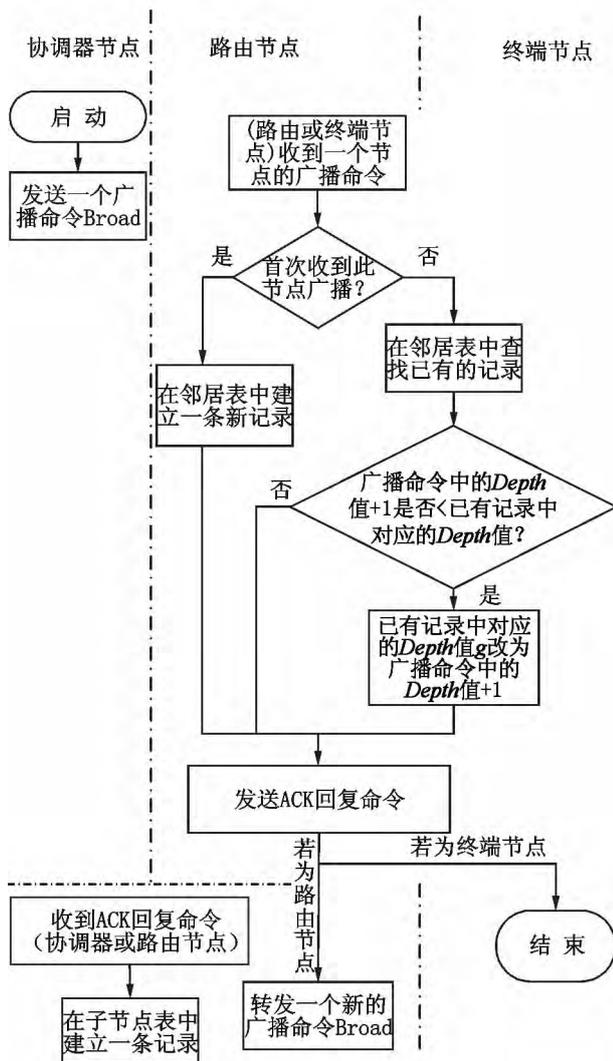


图1 邻接表建立过程示意图

2.2 确定父子关系

父子关系确定过程包括:

(i) 节点选择邻居表条目中 $Depth$ 值最小的节点作为其父节点,向父节点发送子节点申请命令 Son-Request; 所述申请命令 Son-Request 用于地址为 $Ex_address_1$ 节点向地址为 $Ex_address_2$ 节点发出作为其子节点的请求,同时报告自己的设备类型 De_type 、下辖的子节点数 $Unode_number$;

(ii) 父节点收到子节点申请命令 Son-Request,在子节点条目记录表中查询,将其子标志位置为 true 并将下辖节点数修改为新的值;

(iii) 若一节点下辖的子节点数值有变化,其将向它的父节点重新发子节点申请命令 Son-Request;

(iv) 经过 $2L_m$ 个相邻节点信息传输时间,相邻节点的父子关系基本确定;协调器和路由节点将计算其所属每个路由节点所占的权值 $Weight$.

2.3 节点地址值的分配

定义 C_m 和 R_m 分别为网络的全功能设备所能分配的最大节点数和路由节点数, L_m 为网络的最大深度,则在网络深度为 d 的路由节点所能分配的地址块 $C_{skip}(d)$ 值为

$$C_{skip}(d) = \begin{cases} 1 + C_m(L_m - d - 1), & R_m = 1, \\ \frac{1 + C_m - R_m - C_m R_m^{(L_m - d - 1)}}{1 - R_m}, & R_m \neq 1. \end{cases} \quad (1)$$

协调器的网络地址设为 0,其所属区域内的子节点网络地址分配按照如下策略进行.

如果子节点类型为路由节点,按照下式为该子节点分配地址,

$$\begin{cases} A_{son-1} = A_{parent} + 1, \\ A_{son-i} = A_{son-(i-1)} \uplus w_{parent} C_{skip}(d) w_{i-1} \downarrow. \end{cases} \quad (2)$$

如果子节点类型为终端节点,该子节点分配地址为

$$A_{son-z} = A_{parent} \uplus C_{skip}(d) R_m w_{parent} \downarrow + n, \quad (3)$$

其中 A_{son-z} 表示终端子节点的地址, A_{son-1} 表示第 1 个路由子节点的地址, A_{son-i} 表示第 i 个路由子节点的地址, w_{parent} 表示父节点的权值, w_{i-1} 表示第 $i-1$ 个子节点的权值, n 表示第 n 个路由子节点,取值范围为 $1 \leq n \leq C_m - R_m$.

3 总结

物联网 RFID 节点在通信协调过程中,必须拥有网络地址才能进行.由于节点的随机分布性,以及存在的随机运动会造成节点的非均匀分布,出现部分节点地址空间富裕、部分节点地址空间不足的情况.本文提出一种 RFID 路由节点地址分配方法,该方法是引入节点权值来反映节点分布的非均匀性,节点地址块的大小根据节点权值的不同动态分配.该方法一方面能很好地提高节点地址分配成功率、降低平均通信开销;另一方面,不改变 RFID 节点地址间隐含的父子关系,有利于 RFID 节点间路由的选择.

4 参考文献

- [1] Kohvakkam, Hannikainenm, Timo D. Wireless sensor proto-type platform [C] // Proc of the 29th Annual Conference on the IEEE Industrial Electronics Society, Virginia:

- 2003: 1499-1504.
- [2] Alippic, Vanining. An application-level methodology to guide the design of intelligent processing, power-aware passive RFIDs [C] // Proc of IEEE ISCAS. Kobe: IEEE Press 2005: 5509-5512.
- [3] Mesar Nam, Lyong, Pradhan S, et al. Demo abstract: automating server tracking for data centers [C] // Proc of the 2nd International Conference on Embedded Networked Sensor Systems. New York: ACM Press 2004: 307.
- [4] Giri D, Roy U K. Single level address reorganization in wireless personal area network [C] // Proceedings of the 2009 International Conference on Computers and Devices for Communication. Piscataway, NJ: IEEE Press, 2009: 1-4.
- [5] Pan M S, Tsai C H, Tseng Y C. The orphan problem in ZigBee wireless networks [J]. IEEE Transactions on Mobile Computing 2009 8(11): 1573-1584.
- [6] Giri D, Roy U K. Address borrowing in wireless personal area network [C] // IACC 2009: 2009 IEEE International Advance Computing Conference. Piscataway, NJ: IEEE Press 2009: 181-186.
- [7] Fang Miaoqi, Wang Jian, Xu Xianghua. A preemptive distributed address assignment mechanism for wireless sensor networks [C] // WICOM'08: Proceedings of the 4th International Conference on Wireless Communications, Networking and Mobile Computing. Piscataway, NJ: IEEE Press, 2008: 1-5.
- [8] 姚玉坤, 李鹏翔, 任智, 等. 适用于 ZigBee 网络的借地址分配算法 [J]. 计算机应用 2011 31(8): 2044-2047.
- [5] Pan M S, Tsai C H, Tseng Y C. The orphan problem in

A RFID Routing Node Address Assignment Method

XU Yong-qian¹, YU Song-sen^{2*}, ZHAO Zhen-yu³

(1. Guangdong Institute of Automation, Guangzhou Guangdong 510070, China;

2. Department of Software, South China Normal University, Foshan Guangdong 528225, China;

3. Shenzhen Institute of Information Technology, Shenzhen Guangdong 518172, China)

Abstract: Because of the distribution of the RFID node, adopting the distributed address distribution mechanism is easy to be part of the node address space rich and part of the node address the space insufficient. Putting forward a RFID routing node address assignment method, it adopts the weights to reflect the distribution of the node, according to the different weights the size of node addresses block node dynamic allocate. Its implementation includes building adjacency list, ensuring the relationship between the nodes and node address distribution. This method can improve the success rate of node addresses distribution and reduce average communication overhead.

Key words: RFID routing; address assignment; node weights; adjacency list

(责任编辑: 冉小晓)