

学校编码: 10384
学号: 23320071152168

分类号____密级____
UDC_____

厦 门 大 学

硕 士 学 位 论 文

大规模无线传感器网络路由协议的研究

Research and Design of a Routing Protocol in Large-Scale Wireless Sensor Networks

李 艳 蕊

指导教师姓名: 汤碧玉 高级工程师

专 业 名 称: 通信与信息系统

论文提交日期: 2010 年 4 月

论文答辩时间: 2010 年 5 月

学位授予日期: 2010 年 6 月

答辩委员会主席: _____

评 阅 人: _____

2010 年 5 月

厦门大学博硕士学位论文摘要库

厦门大学学位论文原创性声明

本人呈交的学位论文是本人在导师指导下,独立完成的研究成果。本人在论文写作中参考其他个人或集体已经发表的研究成果,均在文中以适当方式明确标明,并符合法律规范和《厦门大学研究生学术活动规范(试行)》。

另外,该学位论文为()课题(组)的研究成果,获得()课题(组)经费或实验室的资助,在()实验室完成。(请在以上括号内填写课题或课题组负责人或实验室名称,未有此项声明内容的,可以不作特别声明。)

声明人(签名):
年 月 日

厦门大学博硕士学位论文摘要库

厦门大学学位论文著作权使用声明

本人同意厦门大学根据《中华人民共和国学位条例暂行实施办法》等规定保留和使用此学位论文，并向主管部门或其指定机构送交学位论文（包括纸质版和电子版），允许学位论文进入厦门大学图书馆及其数据库被查阅、借阅。本人同意厦门大学将学位论文加入全国博士、硕士学位论文共建单位数据库进行检索，将学位论文的标题和摘要汇编出版，采用影印、缩印或者其它方式合理复制学位论文。

本学位论文属于：

1. 经厦门大学保密委员会审查核定的保密学位论文，于 年 月 日解密，解密后适用上述授权。

2. 不保密，适用上述授权。

（请在以上相应括号内打“√”或填上相应内容。保密学位论文应是已经厦门大学保密委员会审定过的学位论文，未经厦门大学保密委员会审定的学位论文均为公开学位论文。此声明栏不填写的，默认为公开学位论文，均适用上述授权。）

声明人（签名）：

年 月 日

厦门大学博硕士学位论文摘要库

摘要

无线传感器网络，作为全球未来十大技术之一，集成了传感器技术、嵌入式计算技术、分布式信息处理和自组织网技术，可实时感知、采集、处理、传输网络分布区域内的各种信息数据，在军事国防、生物医疗、环境监测、抢险救灾、反恐反恐、危险区域远程控制等领域具有十分广阔的应用前景。

本文研究分析了无线传感器网络的已有路由协议，并针对大规模的无线传感器网络设计了一种树状路由协议，它根据节点地址信息来形成路由，从而简化了复杂繁冗的路由表查找和维护，节省了不必要的开销，提高了路由效率，实现了快速有效的数据传输。

为支持此路由协议本文提出了一种自适应动态地址分配算——ADAR（Adaptive Dynamic Address Redistribution）地址分配算法，使得节点地址不但可以反映节点在网络拓扑中的位置，而且还可以为每个节点分配不同的预留地址，解决了当网络规模比较大的情况下新入网节点没有可分配地址的问题。在此路由协议中还提出了一种路由修复机制，修复后不需要对全网的节点重新进行地址分配，节省了网络能耗。

最后，利用 NS-3 仿真工具搭建了大规模无线传感器网络的仿真平台，对所研究的算法进行了仿真验证。仿真结果表明，本文提出的 ADAR 地址分配算法有效提高了节点的入网率，本文提出的路由修复机制节省了路由修复所需的能量和修复时间，可有效地延长网络的生存周期。

关键词：无线传感器网络；路由协议；地址分配

ABSTRACT

As one of the ten high technologies in the future, wireless sensor network, which is the integration of micro-sensors, embedded computing, modern network and Ad Hoc technologies, can perceive, collect, process and transmit various information data within the region. It can be used in military defense, biomedical, environmental monitoring, disaster relief, counter-terrorism, remote control of hazardous area field, etc. So, it has a wide application future.

This paper analyzed routing protocols of wireless sensor networks. A tree routing protocol was designed for large-scale wireless sensor network. It is based on the nodes' addresses information to form a routing. It can simplify the complex routing table lookup and maintenance, and it also can save unnecessary cost, improve routing efficiency and achieve fast and efficient data transfer.

To support this routing protocol, an adaptive dynamic address assignment algorithm (ADAR address allocation algorithm) was proposed in this paper. It not only makes node address reflects the position in the network topology, but can also assign different reserved addresses for each node, which resolved the situation that new node don't have available address when the network scale is large. In this routing protocol a route repair mechanism was also proposed. After the repair it does not require to re-assign address for the whole network, which can save energy consumption.

Finally, a large-scale wireless sensor network simulation platform was build with NS-3, and the proposed algorithm was simulated. Simulation results show that the ADAR address allocation algorithm can improve the success rate to enter the network, and the route repair mechanism can save energy and time to restoration the route, which is helpful to extend the network lifetime.

Key words : Wireless Sensor Network(WSN) ; Routing Protocol ; Address Assignment

摘要.....	I
ABSTRACT.....	II
目录.....	III
CONTENTS	VI
第 1 章 绪论	1
1.1 研究背景	1
1.2 研究现状	2
1.3 研究目的和意义	4
1.4 论文组织结构	5
第 2 章 无线传感器网络路由协议的分析	7
2.1 无线传感器网络路由协议分类	7
2.2 经典路由协议介绍	9
2.2.1 泛洪法 (Flooding)	9
2.2.2 定向扩散 (Directed Diffusion, DD)	10
2.2.3 SPIN 协议.....	12
2.2.4 GEAR (Geographic and Energy Aware Routing) 协议.....	13
2.2.5 LEACH (Low-Energy Adaptive Clustering Hierarchy) 协议.....	15
2.2.6 SPEED 协议.....	16
2.3 无线传感器网络路由设计中的考虑因素	19
2.4 针对树状拓扑的已有地址分配算法	19
2.4.1 Low-Hierarchical 地址分配方案.....	20
2.4.2 Zigbee 短地址分配方案.....	21
2.5 本章小结	23

第 3 章 大规模无线传感器网络路由协议的设计	25
3.1 应用场景	25
3.2 网络层帧格式	26
3.3 ADAR 地址分配算法.....	28
3.3.1 地址分配第一阶段.....	29
3.3.2 地址分配第二阶段.....	30
3.4 组网过程	33
3.4.1 网络拓扑的建立.....	33
3.4.2 备用父节点的选择.....	35
3.5 树状路由的建立	35
3.6 树状路由的维护	37
3.7 路由修复机制	38
3.7.1 有准备退网路由修复.....	38
3.7.2 无准备退网路由修复.....	40
3.8 本章小结	41
第 4 章 大规模无线传感器网络路由协议性能仿真	43
4.1 NS-3 仿真软件概述	43
4.1.1 NS-3 的体系结构.....	43
4.1.2 NS-3 的基本模块.....	45
4.2 无线传感器网络仿真平台的搭建	48
4.2.1 物理层模块设计.....	48
4.2.2 MAC 层模块设计.....	51
4.2.3 网络层模块设计.....	53
4.3 ADAR 地址分配算法性能仿真	55
4.3.1 仿真环境设置.....	55
4.3.2 仿真结果分析.....	57
4.4 路由修复性能仿真	60
4.4.1 仿真环境设置.....	60

4.4.2 仿真结果分析.....	61
4.5 本章小结	64
第5章 总结与展望	65
参考文献.....	67
致谢.....	71
攻读硕士学位期间的主要成果	73

厦门大学博硕士学位论文摘要库

Contents

ABSTRACT IN CHINESE I

ABSTRACT IN ENGLISH II

CONTENTS IN CHINESE III

CONTENTS IN ENGLISH VI

CHAPTER1 PREFACE1

1.1 RESEARCH BACKGROUND 1

1.2 RESARCH STATUS2

1.3 RESEARCH PURPOSE AND MEANING4

1.4 DISSERTATION STRUCTURE.....5

CHAPTER2 ANALYSIS OF ROUTING PROTOCOL IN WSN7

2.1 CLASSIFICATION OF ROUTING PROTOCOL IN WSN.....7

2.2 INTRDUCTION OF TYPICAL ROUTING PROTOCOL IN WSN.....9

 2.2.1 Flooding 9

 2.2.2 Directed Diffusion..... 10

 2.2.3 SPIN 12

 2.2.4 GEAR (Geographic and Energy Aware Routing) 13

 2.2.5 LEACH(Low-Energy Adaptive Clustering Hierarchy) 15

 2.2.6 SPEED 16

2.3 FACTORS CONSIDERD IN ROUTING PROTOCOL DESIGN IN WSN..... 19

2.4 EXISTING ADDRESS ASSIGNMENT ALGORITHM IN TREE NETWORK..... 19

 2.4.1 Low-Hierarchical Address Aassignment Algorithm 20

 2.4.2 Zigbee Short Address Assignment Algorithm..... 21

2.5 SUMMARY 23

CHAPTER3 DESIGN OF ROUTING PROTOCOL IN	
LARGE-SCALE WSN.....	25
3.1 APPLICATION DESCRIPTION.....	25
3.2 FRAME FORMAT IN NETWORK LAYER	26
3.3 ADAPTIVE DYNAMIC ADDRESS REDISTRIBUTION ALGORITHM	28
3.3.1 The First Stage	29
3.3.2 The Second Stage.....	30
3.4 NETWORKING PROCESS	33
3.4.1 Foudation of Tree Network.....	33
3.4.2 Selection of Stanby Parent Node	35
3.5 ROUTE SELECTION MECHANISM.....	35
3.6 ROUTE MAINTENANCE MECHANISM.....	37
3.7 ROUTE REPAIR MECHANISM	38
3.7.1 Prepared Routing Repairing.....	38
3.7.2 Unprepared Routing Rrepairing.....	40
3.8 SUMMARY	41
CHAPTER4 SIMULATION OF ROUTING PROTOCOL IN	
LARGE-SCALE WSN.....	43
4.1 NS-3 SURVEY.....	43
4.1.1 Structure of NS-3	43
4.1.2 Basic Module of NS-3	45
4.2 SIMULATION PLATFORM DESIGN.....	48
4.2.1 Physical Layer Design	48
4.2.2 MAC Layer Design.....	51
4.2.3 Network Layer Design.....	53
4.3 SIMULATION OF ADAR ADDRESS ASSIGNMENT ALGORITHM.....	55
4.3.1 Simulation Description	55

4.3.2 Results and Discussion	57
4.4 SIMULATION OF ROUTING REPAIR.....	60
4.4.1 Simulation Description	60
4.4.2 Results and Discussion	61
4.5 SUMMARY	64
CHAPTER5 CONCLUSION AND PROSPECT.....	65
REFERENCE.....	67
ACKNOWLEDGEMENT.....	71
PUBLISHED PAPER AND RESEARCH DURING PURSUING MASTER DEGREE	71

第 1 章 绪论

1.1 研究背景

随着半导体技术、微系统技术、通信技术及计算机技术的迅速发展，低成本、低功耗、多功能的微型传感器的大量生产成为可能。传感器在其微小的体积内可以集成信息采集、数据处理、无线通信等多种功能。在 20 世纪 90 年代末美国发端了具有现代意义的无线传感器网络技术，之后，世界各国相继开始了无线传感器网络研究计划。由于微型传感器的体积小、重量轻，人们又将无线传感器网络称为“智能尘埃（Smart Dust）”。

无线传感器网络（Wireless Sensor Networks, WSN）是由部署在检测区域内大量的廉价微型传感器节点组成，通过无线通信的方式形成的一个多跳的自组织的网络系统，其目的是协作地感知、采集和处理网络覆盖区域中被检测对象的信息，并发送给观察者^[1]。美国商业周刊和 MIT 技术评论在预测未来技术发展的报告中，分别将无线传感器网络列为 21 世纪最具有影响的 21 项技术和改变世界的 10 大技术之一。无线传感器网络、塑料电子学和仿生人体器官被称为全球未来的三大高科技产业^[2]。

早在上世纪 70 年代，就出现了将传统传感器采用点对点传输、连接传感控制器而构成传感器网络雏形，我们把它归之为第一代传感器网络。随着相关学科的不断发展和进步，传感器网络同时还具有了获取多种信息信号的综合处理能力，并通过与传感控制器的相联，组成了有信息综合和处理能力的传感器网络，这是第二代传感器网络。而从上世纪末开始，现场总线技术开始应用于传感器网络，人们用其组建智能化传感器网络，大量多功能传感器被运用，并使用无线技术连接，无线传感器网络逐渐形成^[4]。

无线传感器网络是新一代的传感器网络，具有非常广泛的应用前景，如军事领域、环境监测、医疗监护、智能家居等^[5-7]，其发展和应用，将会给人类的生活和生产的各个领域带来深远影响。发达国家如美国，非常重视无线传感器网络的发展，IEEE 正在努力推进无线传感器网络的应用和发展，波士顿大学（Boston University）还于最近创办了传感器网络协会（Sensor Network

Consortium), 期望能促进传感器联网技术开发。除了波士顿大学, 该协会还包括 BP、霍尼韦尔(Honeywell)、Inetco Systems、Invensys、L-3 Communications、Millennial Net、Radianse、Sensicast Systems 及 Textron Systems。

在无线传感器网络研究初期, 人们以为成熟的 Internet 技术加上无线自组织网络的机制对于无线传感器网络的设计来说是足够充分的, 但是深入的研究表明: 无线传感器网络与传统的网络有着明显不同的技术要求。为了适应广泛的应用程序, 传统网络的设计遵循着“端到端”的边缘论思想, 强调将一切与功能相关的处理都放在网络的端系统上, 中间节点仅负责数据分组的转发, 对于无线传感器网络, 这未必是一种合理的选择。

路由协议是无线传感器网络层的核心技术, 负责管理与维护传感器节点与 Sink 之间信息传递的路径, 对传感器网络中信息的高效传递起着至关重要的作用。无线传感器网络中的节点不像 Ad hoc 网络中的节点需要移动, 并且节点通常位于人们无法接近的恶劣环境中, 电池能量有限, 无法更换, 因此没有必要花费能量代价频繁更新路由表信息。一些为传统 Ad hoc 等无线网络设计的路由协议未必适合无线传感器网络的特点和应用的要求^[3], 特别是对于网络规模比较大的无线传感器网络, 设计节能高效的路由协议对其具有重要的意义。

1.2 研究现状

无线传感器网络处于新技术的最前沿, 目前尚存在许多值得探讨的热点问题, 如能源供给、数据融合、健壮性等, 国内外学者正在进行深入研究^[8-12]。网络数据的传输离不开路由协议, 路由协议是其组网的基础。因此在 WSN 涉及的基本网络协议中, 路由协议属于一项极为重要的核心技术。

在无线传感器网络中, 路由协议负责将数据分组从源节点通过网络转发到目的节点, 同时路由协议需要寻找从源节点到目的节点间的优化路径, 将数据分组沿着优化路径进行转发。由于无线传感器网络与传统 Ad-hoc、无线局域网等传统网络在规模、供电方式、应用范围不同, 研究人员对无线传感器网络路由协议进行了广泛而深入的研究。针对 WSN 电源供应的不足, 人们提出了能源有效的路由; 针对 WSN 节点规模比较大, 人们提出了分层的路由协议; 针对 WSN 通常是采集数据到基站节点(Base Station, BS)节点的特点, 人们提出了

Degree papers are in the "[Xiamen University Electronic Theses and Dissertations Database](#)". Full texts are available in the following ways:

1. If your library is a CALIS member libraries, please log on <http://etd.calis.edu.cn/> and submit requests online, or consult the interlibrary loan department in your library.
2. For users of non-CALIS member libraries, please mail to etd@xmu.edu.cn for delivery details.

厦门大学博硕士论文摘要库