

学校编码: 10384
学号: 23320091152786

分类号____密级____
UDC_____

厦 门 大 学

硕 士 学 位 论 文

基于 AODV 的无线传感器网络路由协议的设计及组网
实现

**Design and Network Implementation of Routing Protocol
Based on AODV in Wireless Sensor Network**

曾 志 宏

指导教师姓名: 汤碧玉 高级工程师

杨 琦 助理教授

专 业 名 称: 电子与通信工程

论文提交日期: 2012 年 月

论文答辩时间: 2012 年 月

学位授予日期: 2012 年 月

答辩委员会主席: _____

评 阅 人: _____

2012 年 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

厦门大学博硕士学位论文摘要库

摘要

无线传感器网络是由分布在监测区域内的大量传感器节点组成，可以采集、处理、传输分布区域内的各种数据，集成了传感器技术、嵌入式技术、分布式信息处理和自组织网络技术，是当今的研究热点之一。无线传感器网络是一种面向应用的网络，针对不同的应用环境需要搭建相应的平台。为了推动无线传感器网络的应用，更加准确地测量各种新技术的性能表现，对无线传感器网络通用平台及其路由协议的研究设计就显得尤为必要。

本文的主要工作是构建一个供用户二次开发的无线传感器网络通用平台，包括以 TI 公司于 2009 年 5 月推出的 CC2530 芯片为处理器的硬件平台，以 TinyOS 为操作系统的软件平台，以及基于 AODV 的路由协议的设计与实现。

本文首先分析了 TinyOS 的架构、运行机制、编译原理，并结合 CC2530 传感器节点的结构，修改 TinyOS 的编译工具链，定制编译环境，搭建 TinyOS 最小平台，将 TinyOS 移植至 CC2530 平台，编写并添加与 CC2530 平台相关的组件。通过测试表明移植的系统能够正确编译 TinyOS 的应用程序，而且系统能够正常运行，实现 Led、Timer、UART 和 RF 等组件功能。

其次，在分析 AODV 的消息格式、路由表结构和路由机制后，结合无线传感器网络的特点，在 TinyOS 上以 nesC 语言设计了 MultiHopEngineM、MultiHopAodv 和 AodvQueueTransmitP 等模块，实现了 AODV 的功能。

此外，针对 AODV 的不足，提出了 EM-AODV 路由协议，重新设计 AODV 的消息格式和路由表结构；引入链路不相交的多路径方式，存储多条备用路由；根据节点的剩余能量对 RREQ 进行一定的延迟处理，尽量避免能量过低的节点加入到活动路由当中；并且综合考虑了节点剩余能量、跳数以及路径上最少节点剩余能量三个因素，提出了一种新的路由选择标准，选择更稳定的路由。在 TOSSIM 仿真平台的测试结果表明 AODV 和 EM-AODV 都实现相应的路由功能，而且 EM-AODV 由于引入改进机制，减少了路由重建的次数，降低了 11.8% 的路由开销，延长了 16.7% 的网络生命周期。

最后，本文在 CC2530 实物节点上，对 AODV 和 EM-AODV 进行组网测试，

结果表明 AODV 和 EM-AODV 都能正常运行，具备了相应的路由发现、路由维护及数据转发等功能。

关键词：无线传感器网络；TinyOS；CC2530；AODV；剩余能量；多路径

厦门大学博硕士论文摘要库

Abstract

Recent advances in wireless communications and electronics have enabled the development of low-cost, sensor networks, which covers sensor technology, embedded technique, distributed information processing skill and Ad Hoc networks. A wireless sensor network is composed of a large number of sensor nodes that are densely deployed either inside the phenomenon or very close to it. These tiny sensor nodes, which consist of sensing, data processing, and communicating components, leverage the idea of sensor networks. Wireless sensor network is a kind of application-oriented networks, which means the constructed platform should meet the different application. .In order to promote the application of wireless sensor network and evaluate the performance of variety new technologies precisely, it is particularly necessary to make the research of platform and routing protocol for wireless sensor network.

The major work of this dissertation is to construct a general platform of wireless sensor network for users' second development, including the hardware platform using CC2530 as processor developed by TI in May, 2009, the software platform which selected TinyOS as the operating system, the design and implementation of the routing protocol based on AODV(Ad Hoc On-Demand Distance Vector Routing). First of all, the structure and operation mechanism of TinyOS is presented, after that, according to the structure of CC2530 node, we modify the TinyOS compiler tool and customize compiler environment. When the basic platform is constructed, we transplant TinyOS to the CC2530 platform, adding the components associated with the CC22530 platform. The test result shows that the transplantation system is able to compile the TinyOS application and work correctly.

Secondly, according to the routing mechanism of AODV protocol and the characteristic of wireless sensor network, MultiHopEngineM, MultiHopAodv, AodvQueueTransmitP and other modules are designed to implement the functionality

of AODV protocol using nesC language in TinyOS. Meanwhile, to overcome the deficiency of AODV, EM-AODV(Energy Multipath Ad hoc On-demand Distance Vector routing) protocol is proposed, in which the message format and routing table structure are redesigned, a link-disjoint multipath mechanism is introduced to store several routes in routing table, and RREQ is delayed at a certain degree according to the residual energy of the nodes. Based on an overall consideration of node residual energy, number of hops and the minimum residual energy of all the nodes on the path, we propose a new routing selection criterion. The simulation results in TOSSIM show that AODV and EM-AODV protocols could successfully implement the routing functionality, besides, by employing EM-AODV protocol, the routing overhead is reduced by 11.8% and the network lifetime is prolonged by 16.7%.

Finally, AODV and EM-AODV protocols are tested in CC2530 node. The results show that both of them can work correctly and qualify for route discovery, route maintenance and packet forwarding.

Keywords: Wireless Sensor Network; TinyOS; CC2530; AODV; Residual Energy; Multipath

摘要.....	I
Abstract.....	III
目录.....	V
Contents	IX
第 1 章 绪论	1
1.1 研究背景.....	1
1.2 无线传感器网络体系结构.....	3
1.2.1 传感器节点硬件结构.....	3
1.2.2 无线传感器网络协议栈.....	4
1.2.3 无线传感器网络的特点.....	5
1.3 无线传感器网络的关键技术及研究现状.....	7
1.3.1 节点层面关键技术研究现状.....	7
1.3.2 网络层面关键技术研究现状.....	10
1.4 本文的研究意义及章节安排.....	15
第 2 章 TinyOS 操作系统及 CC2530 硬件平台	19
2.1 无线传感器节点设计要求.....	19
2.2 硬件平台及 CC2530 芯片	20
2.2.1 硬件平台.....	20
2.2.2 CC2530 芯片	22
2.3 TinyOS 操作系统	23
2.3.1 TinyOS 体系结构.....	24
2.3.2 组件模型与 nesC 语言.....	25
2.3.3 主动消息通信模型.....	25
2.3.4 调度机制.....	28

2.4 TinyOS 在 CC2530 下的移植	30
2.4.1 MCS51 处理器	32
2.4.2 修改编译工具链	33
2.4.3 定制编译环境	34
2.4.4 TinyOS 平台搭建	34
2.4.5 基于 CC2530 平台的组件编写	35
2.5 本章小结	43
第 3 章 AODV 路由协议	45
3.1 AODV 路由协议的概述	45
3.2 AODV 消息格式及路由表结构	46
3.2.1 RREQ 消息格式	46
3.2.2 RREP 消息格式	47
3.2.3 RERR 消息格式	48
3.2.4 Hello 消息格式	48
3.2.5 路由表结构	49
3.3 AODV 路由协议操作	49
3.3.1 AODV 路由发现过程	49
3.3.2 AODV 路由维护过程	52
3.4 AODV 路由协议在 TinyOS 上的实现	54
3.4.1 AODV 消息格式及路由表设计	54
3.4.2 AODV 模块设计及各个模块的关系	56
3.5 本章小结	57
第 4 章 EM-AODV 路由协议	59
4.1 EM-AODV 的多路径方式	59
4.1.1 多路径概念	59
4.1.2 EM-AODV 的多路径思路	60
4.2 EM-AODV 的路径选择规则	61
4.2.1 基于 TinyOS 的能量模型	61

4.2.2 基于能量的路径选择方法.....	61
4.3 EM-AODV 路由机制.....	63
4.3.1 基于能量的 RREQ 延迟机制.....	63
4.3.2 基于能量的路由发现机制.....	64
4.3.3 基于能量的路由维护机制.....	66
4.4 EM-AODV 消息格式与路由表设计.....	67
4.5 本章小结.....	69
第 5 章 仿真和实物测试.....	71
5.1 TinyOS 移植测试.....	71
5.1.1 Led 组件与 Timer 组件测试.....	71
5.1.2 UART 组件与 RF 组件测试.....	72
5.2 AODV 路由协议的测试.....	73
5.2.1 AODV 的 TOSSIM 组网测试.....	73
5.2.2 AODV 的实物组网测试.....	75
5.3 EM-AODV 路由协议的测试.....	80
5.3.1 EM-AODV 的仿真性能测试.....	80
5.3.2 EM-AODV 的实物组网测试.....	83
5.4 本章小结.....	86
第 6 章 总结与展望.....	89
6.1 本文工作总结.....	89
6.2 后期工作展望.....	90
参考文献.....	93
致谢.....	99
攻读硕士期间发表的论文及所做的工作.....	101

厦门大学博硕士学位论文摘要库

Contents

Abstract in Chinese	I
Abstract in English	III
Contents in Chinese	V
Contents in English	IX
Chapter 1 Preface	1
1.1 Research Background	1
1.2 WSN Architecture	3
1.2.1 Sensor Node Hardware Structure	3
1.2.2 Network Protocol Stack	4
1.2.3 WSN Characteristics	5
1.3 Key Technologies and Research Status	7
1.3.1 Research Status in Node Level	7
1.3.2 Research Status in Network Level	10
1.4 Research Meanind and Dissertation Structure	15
CHAPTER 2 TinyOS and CC2530 Hardware Platform	19
2.1 Design Requirements of Sensor node	19
2.2 Hardware Platform and CC2530 Chip	20
2.2.1 Hardware Platform	20
2.2.2 CC2530 Chip	22
2.3 TinyOS Operating System	23
2.3.1 TinyOS Architecture	24
2.3.2 Component and nesC	25
2.3.3 Active Message Communication Model.....	25
2.3.4 Schedule Mechanism	28

2.4	TinyOS Transplant in CC2530	30
2.4.1	MCS51 Processor.....	32
2.4.2	Modifying Compiler Tool Chain.....	33
2.4.3	Custom Compilation Environment	34
2.4.4	Constructing TinyOS Platform	34
2.4.5	Preparing Compoments Based on CC2530 Platform.....	35
2.5	Chapter Summary	43
CHAPTER 3 AODV Routing Protocol		45
3.1	Overview of AODV.....	45
3.2	Message Format and Routing Table Structure.....	46
3.2.1	RREQ Message Format	46
3.2.2	RREP Message Format	47
3.2.3	RERR Message Format.....	48
3.2.4	Hello Message Format	48
3.2.5	Routing Table Structure	49
3.3	AODV Routing Protocol Operation.....	49
3.3.1	AODV Route Discovery Process.....	49
3.3.2	AODV Route Maintenance Process.....	52
3.4	Implementation of AODV in TinyOS	54
3.4.1	AODV Message Format and Routing Table Desgin.....	54
3.4.2	AODV Module Desgin and Module Relations	56
3.5	Chapter Summary	57
Chapter 4 EM-AODV Routing Protocol.....		59
4.1	EM-AODV Multipah Manner.....	59
4.1.1	Multipath Concept	59
4.1.2	EM-AODV Multipath Ideas	60
4.2	EM-AODV Path Selection Criterion	61
4.2.1	Energy Model Based on TinyOS	61
4.2.2	Path Selection Method Based on Energy.....	61

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