

料位控制测量的无线网络在 NS2 中的模拟

毛跟勇,刘成安,兰瑞莉

(西南科技大学,四川 绵阳 621010)

摘 要:文中主要对料位控制测量无线网络 ZigBee 的星形拓扑在模拟软件 NS2 中的实现进行了研究。实现对 ZigBee 星形拓扑在模拟环境中的数据传输分析。并对 ZigBee 无线技术和 NS2 模拟软件各自做了介绍。最后,利用分析工具对 NS2 软件模拟结果文件进行分析。从而实现在 2.4GHz 频段上,对无线网络 ZigBee 的星形拓扑中各个网络参数的分析。模拟结果显示整个网络数据吞吐量和数据正确传输率满足要求,ZigBee 无线网络星形拓扑可以应用于料位控制测量。

关键词:ZigBee;NS2;星形拓扑

中图分类号:TP391.1

文献标识码:A

文章编号:1673-629X(2010)03-0163-04

Simulation of the Wireless Network of Controlling Measurement of Material Position in NS2

MAO Gen-yong, LIU Cheng-an, LAN Rui-li

(Southwest University of Science and Technology, Mianyang 621010, China)

Abstract: Mostly makes some researches on the simulation of wireless network ZigBee Star-topology of the measurement of material position in NS2. In ZigBee Star-topology, data transmission of simulator environment is analyzed. Also, ZigBee technology and NS2 will be separately presented here. Finally, the simulation tracing file is analyzed by using the analysis tool. Accordingly, it is ready for analyzing several star-network parameters in 2.4GHz frequency band of ZigBee. It is indicated that the whole network throughput and data delivery is well, ZigBee wireless network Star-topology could be applied to the measurement of material position.

Key words: ZigBee; network simulator version2; Star-topology

0 引言

在真实环境中,要实现 ZigBee 无线星形网络料位控制测量,将要求大量硬件资源,如多个设备节点和一个协调节点,在资金方面将有不小的开支。而如果在 NS2 软件中实现 ZigBee 无线星形网络料位控制测量,将避免上面的问题。因为,一方面 NS2 是开源代码的免费软件。另一方面,可以在软件上编写自己的代码以实现项目本身对网络的需求。

1 技术概述

1.1 ZigBee 概述

ZigBee^[1]是一种新兴的近距离、低复杂度、低功耗、低数据速率、低成本的无线网络^[2]技术,建立在 IEEE802.15.4 标准的基础上。ZigBee 名字来源于蜂

群使用的赖以生存和发展的通信方式,蜜蜂通过跳 ZigZag 形状的舞蹈来通知发现的新食物源的位置、距离和方向等信息,以此作为新一代无线通讯技术的名称。ZigBee 过去又称为“HomeRF Lite”、“RF-EasyLink”或“FireFly”无线电技术,目前统一称为 ZigBee 技术。ZigBee 标准支持三种设备:协调器、路由器和终端设备。其中协调器和路由器必须是全功能设备,而终端设备可是精简设备或全功能设备,但每个网络都必须包括一台 ZigBee 协调器。同时,还支持三个频段:2.4GHz、868MHz(欧洲)及 915MHz(美国),均为免执照频段,具有 16 个扩频通信信道。它的拓扑结构有三种:星形拓扑、树形拓扑、网状形拓扑(见图 1)。

可以根据实际应用来选择相应的拓扑结构,三种拓扑结构各有特点。ZigBee 技术具有强大的组网能力,可以形成星形、树形和网状形,可以根据实际项目需要来选择合适的网络结构。网状网络拓扑结构的网络具有强大的功能,网络可以通过“多级跳”的方式来通信;该拓扑结构还可以组成极为复杂的网络;网络还具备自组织、自愈功能。星形和树形网络适合多点、距

收稿日期:2009-07-13;修回日期:2009-10-08

基金项目:国家 863 计划项目(2003AA116060)

作者简介:毛跟勇(1984-),男,山西运城人,硕士研究生,研究方向为嵌入式系统开发;刘成安,副教授,硕士生导师,研究方向为工业智能控制、企业信息化。

离相对较近的应用。

星形结构中所有设备与中心协调器进行通讯。在这种网络中,网络协调器一般使用持续电力系统供电,而其它设备采用电池供电。星形网络适合家庭自动化、个人计算机外设以及个人健康管理等小范围的室内应用。与星形网不同,点对点网络只要彼此都在对方的无线辐射范围之内,任何两台设备都可以进行通讯。因此,点对点网络可以构造更复杂的网络,适合于设备分布范围广的应用,比如在工业检测与应用、货物库存跟踪和智能农业方面有非常好的应用背景。

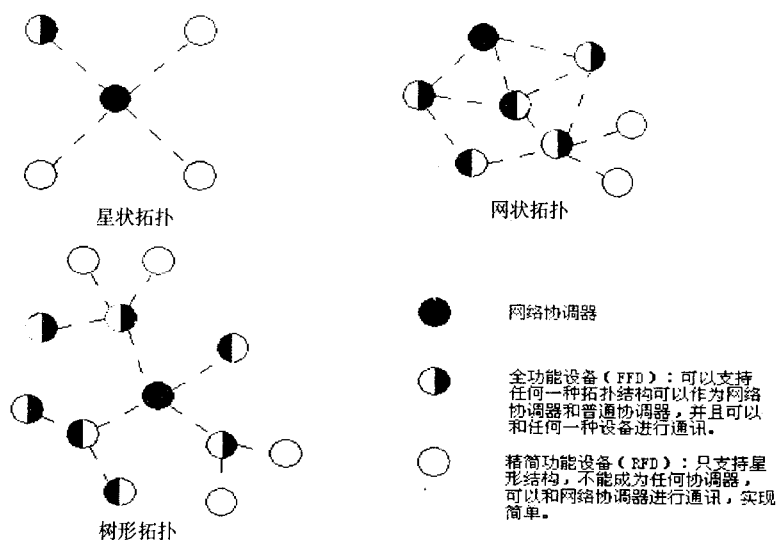


图 1 三种拓扑结构

1.2 模拟环境 NS2 介绍

NS2^[3]是一种针对网络技术的源代码公开的、免费的软件模拟平台,研究人员使用它可以很容易地进行网络技术的开发,而且发展到今天,它所包含的模块已经非常丰富,几乎涉及到了网络技术的所有方面。所以,NS成了目前学术界广泛使用的一种网络模拟软件。在每年国内外发表的有关网络技术的学术论文中,利用 NS 给出模拟结果的文章最多,通过这种方法得出的研究结果也是被学术界所普遍认可的,此外,NS 也可作为一种辅助教学的工具,已被广泛应用在了网络技术的教学方面。因此,目前在学术界和教育界,有大量的人正在使用或试图使用 NS。

NS2(Network Simulator, version 2)是一种面向对象的网络仿真器^[4],本质上是一个离散事件模拟器,由 UC Berkeley 开发而成。它使用 C++ 和 Otcl 两种语言。模拟器支持一个 C++ 类的层次结构和一个类似在解释器中 Otcl 类层次结构,分别简称为编译层次结构和解释层次结构。两者相互也彼此紧密关联。从用户的角度看,编译层次结构的类和解释层次结构的类是一一对应的。

模拟器支持 C++ 和 Otcl 这两种语言,因为可以

使用两者不同的特点完成模拟器两个不同的任务。一方面,协议细节的模拟需要系统模拟语言,以有效地操控字节、包头和执行处理大量数据的算法。对于这些任务运行速度是更重要的,因此 C++ 语言是合适的。另一方面,许多网络中的研究工作都是围绕着网络构件和环境的具体参数进行的,需要经常重新设置和修改模拟场景,需要短时间开发出大量的场景。在这些情况下,周转时间就更重要了。由于模拟场景配置只需要执行一次,因此这部分任务的运行时间就不重要了。Otcl 语言是适合这些任务的,因为 Otcl 可以方便

的修改,不需要编译,而且 Otcl 不是强制类型,不容易出错。当仿真完成以后,NS 将会产生一个或多个基于文本的跟踪文件。只要在 Tcl 脚本中加入一些简单的语句,这些文件中就会包含详细的跟踪信息。这些数据可以用于下一步的分析处理,也可以使用 NAM 将整个仿真过程展示出来。

在做模拟以及对 NS2 进行扩展时,针对不同的任务选择语言来实现的一般规则是:

(1)对于以下情况使用 Otcl。

对模拟场景的建立、配置和模拟中只需要运行一次的程序;另一种情况

是,如果通过 Otcl 脚本操作已经存在的 C++ 对象能够很方便地达到目的。

(2)对于以下情况使用 C++。

需要对一个数据流的每个分组进行处理的任何工作;如果你必须修改已存在的 C++ 类行为。

使用 NS 进行网络仿真的方法和一般过程:进行网络仿真前,首先分析仿真涉及哪个层次,NS 仿真分两个层次:一个是基于 Otcl 编程的层次。利用 NS 已有的网络元素实现仿真,无需修改 NS 本身,只需编写 Otcl 脚本。另一个是基于 C++ 和 Otcl 编程的层次。如果 NS 中没有所需的网络元素,则需要对 NS 进行扩展,添加所需网络元素,即添加新的 C++ 和 Otcl 类,编写新的 Otcl 脚本。

这里不需要对 NS 的扩展,因为 NS 所包含的构件已经满足了要求,那么进行一次仿真的步骤大致如下:

(1)开始编写 Otcl 脚本。首先配置模拟网络拓扑结构,此时可以确定链路的基本特性,如延迟、带宽和丢失策略等。

(2)建立协议代理,包括端设备的协议绑定和通信业务量模型的建立。

(3)配置业务量模型的参数,从而确定网络上的业

务量分布。

(4) 设置 Trace 对象。NS 通过 Trace 文件来保存整个模拟过程。仿真完后, 用户可以对 Trace 文件进行分析研究。

(5) 编写其他的辅助过程, 设定模拟结束时间, 至此 Otcl 脚本编写完成。

(6) 用 NS 解释执行刚才编写的 Otcl 脚本。

(7) 对 Trace 文件进行分析, 得出有用的数据。

(8) 调整配置拓扑结构和业务量模型, 重新进行上述模拟过程。

NS2 采用两级体系结构, 为了提高代码的执行效率, NS2 将数据操作与控制部分的实现相分离, 事件调度器和大部分基本的网络组件对象后台使用 C++ 实现和编译, 称为编译层, 主要功能是实现对数据包的处理; NS2 的前端是一个 Otcl 解释器, 称为解释层, 主要功能是对模拟环境的配置、建立。从用户角度看, NS2 是一个具有仿真事件驱动、网络构件对象库和网络配置模块库的 Otcl 脚本解释器。NS2 中编译类对象通过 Otcl 连接建立了与之对应的解释类对象, 这样用户间能够方便地对 C++ 对象的函数进行修改与配置, 充分体现了仿真器的一致性和灵活性。

2 实现过程概述

这个部分主要描述 NS2 模拟实现的结构^[5~8], 以编写程序以产生最后的跟踪文件为主。下面将详细地介绍这些编写的程序, 图 2 显示了各个程序之间的关系。

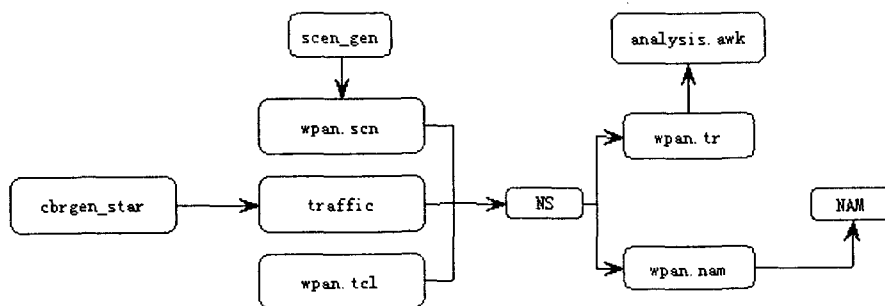


图 2 模拟实现结构

2.1 wpan.tcl

无线个人区域网(*.tcl)文件包含一些参数和变量, 它们将改变网络的方案和设置或控制模拟过程。其中的设置如: 通道类型、传输模型、队列长度、节点开始时间、信号的 BO、超帧 SO、模拟的开始和结束时间、天线的高度和一些关于 TCL 命令的无限个人区域网络的具体参数。这个脚本利用应用程序 scen-gen 生成方案文件, 它也包含开始网络动画模拟的命令和模拟后分析跟踪文件的脚本。

这个文件用于网络模拟器 NS2, 最终产生跟踪文件。分析跟踪程序(analysis.awk)把跟踪文件作为输入和输出分析结果。

2.2 scen-gen

这个应用程序主要是完成星形拓扑。设备节点将以一个圆的形式放置在协调点的周围, 其中协调是原点。运行这个应用程序后, 可产生一个 wpan.scn 的文件。它将被源方案文件 wpan.tcl 使用。应用程序的使用如下:

```

scen-gen [Number-nodes] [x-coordinator] [y-coordinator]
[Radius]
  
```

2.3 wpan.scn

它是节点场景文件, 包含全部设备节点和协调点的位置。应用程序(scen-gen)产生这个文件。但是, 它仅仅是个文本文件, 其内容是期望的节点位置。值得注意的是节点的位置应该考虑源文件(wpan.tcl)中网络模拟的场景边界。

2.4 cbrgen_star

这是个脚本文件, 可以在节点之间产生一个传输流方案。这个程序主要为星形拓扑编写的, 它的主要特点是传输之间的方向已经被确定。因为星形拓扑不支持两个节点之间的数据传输, 传输只在协调点和设备节点之间并且协调点总是作为目的节点。

运行这个脚本文件将生成一个自己期望的流方案文件(traffic), 其将被 wpan.tcl 文件使用。通过在它的文件中 source 命令。应用其使用如下:

```

ns cbrgen_star.tcl [-type cbr/tcp] [-nn nodes]
[-mc max_connections] [-
rate datarate] [-starttime st]
[timegap tg]
  
```

2.5 analysis.awk

这个脚本程序的作用是产生普通的文本文件。然后, 利用画图软件 gnuplot 绘出各个分析参数的图形来分析网络的性能, 下面章节将详细说明。

analysis.awk 脚本程序生成普通文本的流程图如图 3 所示。

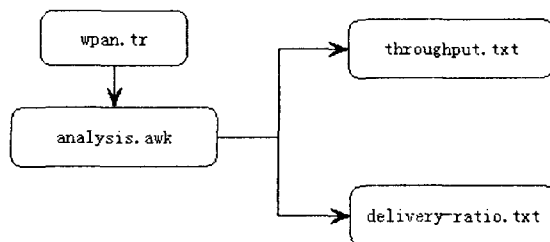


图 3 生成文本流程图

3 网络性能的分析

这个部分将从网络的吞吐量和数据传输的成功率两个方面来分析网络的性能。

3.1 网络的吞吐量

它是测量在单位时间内从源节点传输到目的节点的数据总量。由于此技术是支持低速率的网络,所以这里的测量将采用每秒接受的位数作为单位。值得注意的是这里的数据不包含包头,而只是要传输的数据。节点的吞吐量可通过节点成功接收的数据包测量得到。整个网络的吞吐量就是全部设备节点的吞吐量的平均值。因此,节点吞吐量计算公式为:

节点吞吐量 = 节点接收数据的总和 / 模拟运行的时间。

相应地网络吞吐量计算公式为:

网络吞吐量 = 全部节点接收的数据的总和 / 模拟运行的时间。

用 gnuplot 软件绘制 (throughput.txt) 的吞吐量如下(见图4)。

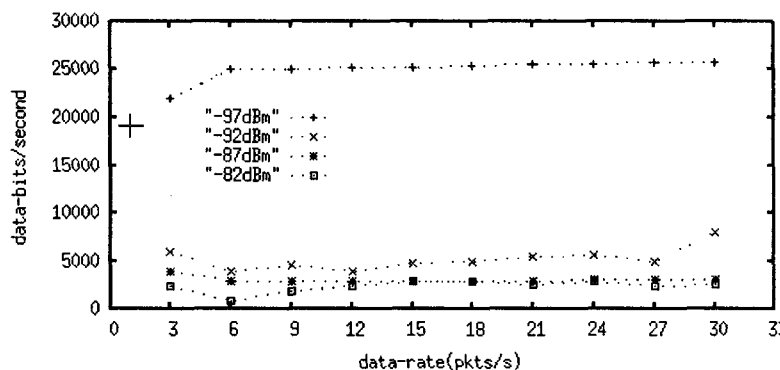


图4 网络吞吐量

从图4可以看出在接收阈值-97dBm下,吞吐量和数据传输率成正比例关系。而且在-97dBm阈值时,数据传输效果较好。

3.2 数据传输的成功率

它是一个比率,成功传输数据的百分比。数据传输的成功率是重要的参数,它可以说明网络阻塞状况。再者,它只考虑数据包。首先,可以通过接收包的总数和丢弃包的总数来计算总的传输的数据包。数据传输的成功率是接收包占发送包的百分比和丢弃的包不重发。计算公式如下:

数据传送的成功率 = (接收包的数目 / 发送包的数目) × 100

用 gnuplot 软件绘制 (delivery-ratio.txt) 的数据传

输的成功率如图5所示。

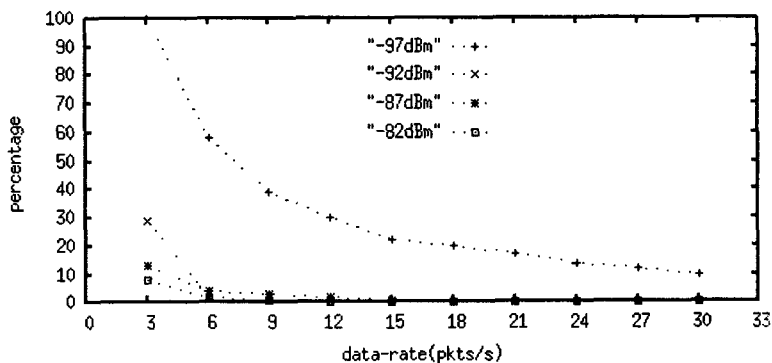


图5 数据传输成功率

图5也是从四个接收阈值来分析数据的传输成功率。从图中可以看出在-97dBm和传输率低的情况下,节点接收数据的成功率较高。但是,随之传输率的增加传输数据成功率不断下降。而且在开始时下降较快,在数据传输率较高时下降较慢。

4 结束语

文中主要利用网络仿真软件 NS2 对 ZigBee 无线网络中的星形网络进行了仿真。最终分析了网络的性能,为在设备节点和协调点的硬件设计和实际应用程序软件的编写提供了依据。

笔者的创新点是把 ZigBee 无线通讯技术应用到料位的测量中,并对 ZigBee 支持的路由算法对适当的改进以更适合星形网络数据传输。最终,实现在 NS2 中模拟和分析其性能。

参考文献:

- [1] 李文仲,段朝玉. ZigBee 无线网络技术入门与实践[M]. 北京:北京航空航天大学出版社,2007.
- [2] 潘伟,黄东. 基于 ZigBee 技术的无线传感器网络研究[J]. 计算机技术与发展,2008,18(9):244-247.
- [3] 徐雷鸣,庞博,赵耀. NS 与网络模拟[M]. 北京:人民邮电出版社,2003.
- [4] 喻其财,周晨,邢建平. 网络仿真与应用软件的特性分析[J]. 电脑应用技术,2006,65:32-37.
- [5] Wikipedia. The Network Simulator - NS2[EB/OL]. 2009-08. [http://en.wikipedia.org/wiki/Ns_\(simulator\)](http://en.wikipedia.org/wiki/Ns_(simulator)).
- [6] Rao V P. Simulative Investigation of Zigbee/IEEE802.15.4[EB/OL]. 2005-11. http://www.vaddina.com/pages/01_01_00_00_ZigBee/snave_1_0.php.
- [7] 尹相源,朱忠杰,凌志浩,等. 基于 ZigBee 协议的图像无线传输系统设计[J]. 微计算机信息,2009(5):32-34.
- [8] 鲍凤卿. 基于 NS2 的 ZigBee 网络节点接入的研究[J]. 信息技术,2008(11):95-98.