

一种无线自组网的路由实现方法^{*})

徐洁 魏正曦 夏梦芹

(电子科技大学计算机学院 成都610054)

摘要 路由算法是无线自组网最为重要的技术之一。本文提出了一种策略和一个基于目的节点覆盖数的源选径算法。这种路由策略节省了无线通信中的带宽,减少了网络的传输流量。

关键词 无线自组网,路由算法,拓扑更新

A Routing Implementation Policy in Wireless Self-Organized Network

XU Jie WEI Zheng-Xi XIA Meng-Qin

(School of Computer Science and Engineering, University of Electronic Science and Technology of China, Chengdu 610054)

Abstract Routing algorithm is one of the best important technologies in wireless self-organized network. This paper comes up with a routing strategy and a source routing selection algorithm based on destination node cover number. This routing strategy saves the precious wireless bandwidth and cuts down the traffic of network transmission.

Keywords Wireless self-organized network, Routing algorithm, Topology update

1 引言

无线自组网是一种无中心的、无固定设施的自组织移动网络。在这种网络中,移动节点的无线覆盖范围有限,两个无法直接进行通信的移动节点只能借助于其他的邻近节点进行分组转发,实现数据和语音通信。因此,无线自组网中的每个节点不仅要具备普通移动终端的功能,而且还要具有报文转发能力,每一个节点都可以充当一个路由器,即具有发现和维持到达其他节点路由的功能。根据上述特点,IEEE802.11标准委员会采用了“Ad hoc 网络”一词来描述这种特殊的对等式无线移动网络,而且人们对该网络各项关键技术的研究尚在不断探索之中。

由于节点的移动性,无线自组网的拓扑结构经常发生变化,而且节点间采用无线方式进行通信,存在信道误码率高、无线带宽窄、传输介质的通信质量参差不齐等问题,因此如何有效地找到节点之间的路由成了无线自组网中需要解决的关键问题之一。关于无线自组网中的路由策略,目前已有多种办法,例如,基于表驱动的 DSDV^[2] (Destination-Sequenced Distance Vector)、WRP^[3] (Wireless Routing Protocol) 协议等;另一类是基于按需要求的 DRS^[4] (Dynamic Source Routing)、AODV^[5] (Ad hoc on Demand Distance Vector) 协议等。这些方法针对无线自组网的特点,适应了网络频繁的拓扑变化,在一定程度上改善了无线自组网中的路由查找性能;但是它们也存在着浪费网络资源较多(如带宽、电源、CPU 等资源)、报文路由等待时延较长、路由协议始终处于不收敛状态等缺点。为了节省无线通信中带宽资源、减少网络的传输流量和提高组播路径的复用率,本文给出了一种路由实现方法,具体采用稀疏路由树压缩节点的路由信息,并提出了一种基于目的节点覆盖数的源选径算法来确定点对点、点对多点的单播或组播路径。

2 路由策略及实现方法

2.1 路由策略

假设图1是某个无线自组网的示意图。图中圆圈表示某个通信子网,子网内部的节点可以相互通信,如果节点要与子网外部的节点通信,则需要其他的节点进行中继,并且节点 B—F、D—E、E—H 之间因为信道访问发生冲突、物理障碍等原因不能通信。

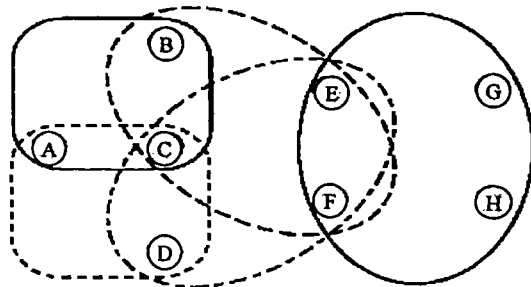


图1 无线自组网连通图

上述的无线自组网,节点数量有限,但移动性强,拓扑更新频繁;节点间信息交换量较大,无线传输速度慢,传输信号易中断、易干扰,信道误码率高,带宽资源相当有限。针对这些特点,本文采用如下的路由策略:

1. 网络各节点电源启动后或网络拓扑结构发生变化时,自动寻找周围的相邻节点,将接收到的信息按照自组织算法整理、拓扑更新,形成路由树来表示网络的拓扑结构;
2. 为充分利用无线网络中的带宽资源,使用一种称为“稀疏路由树”和“稀疏路由表”的数据结构来压缩节点的路由信息;
3. 在选择路由时,根据稀疏路由树,采用本文提出的一种

^{*}) 电子科技大学青年科技基金资助项目,编号:YF020802。徐洁 副教授,从事计算机网络应用、网络体系结构和协议研究。魏正曦 研究生,从事无线自组网研究。夏梦芹 博士生,从事计算机网络和通信研究。

基于距离矢量的源点选路算法来确定点对点、点对多点的单播或组播路径。

2.2 实现方法

2.2.1 定义数据结构 在路由策略中采用了源点选路算法,所以每个节点都参与消息的发送和转发。节点的路由信息采用什么样的数据结构存储,如何正确地表示网络拓扑结构,怎样减少冗余信息是实现路由选择需要解决的基本问题。

在图1的无线自组网中,每个节点维持一张本节点到其它节点的距离向量表,称之为完全路由表;而与之对应的,用一个带有根节点的树型结构来表示网络节点的拓扑结构,这种树型的数据结构称之为路由树。图2即为以A为根节点的路由树t,它显示了图1中A节点与其他节点的连通关系(画法不唯一)。

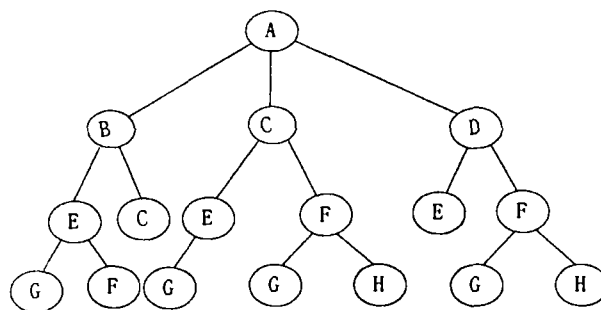


图2 以A为根节点的路由树

为了有效地表示一棵路由树,对路由树上的任一节点采用的逻辑存储结构如图3所示。

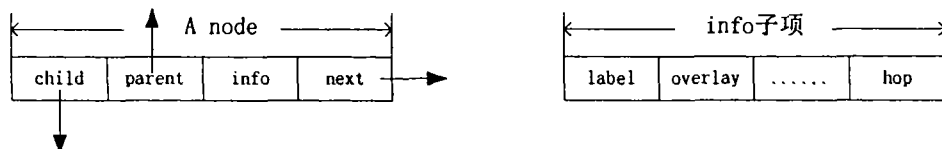


图3 路由树的节点的逻辑结构

以上所示,一棵路由树节点定义了三个指针域分别指向它的邻接点,“info”则是一个记录,它包括了许多关于路由数的信息子项,例如节点的标识、跳数(表征节点远离根节点的距离)以及目标节点的覆盖数(该项主要用于路由查找算法)。

在这里,把这些子项抽象成一个“info”选项;根据需要,还可以对“info”记录进行添加或删除个别子项。这样就可以建立任意一棵路由树与其逻辑存储结构的一一对应关系,如图4所示。

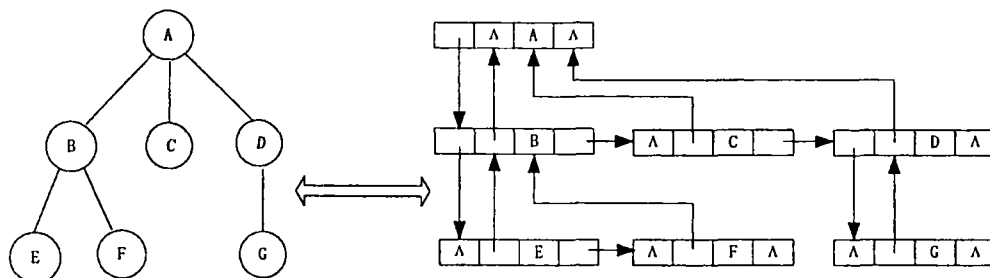


图4 任一路由树及其存储逻辑关系图

2.2.2 稀疏路由树 一棵满路由树提供了丰富的网络拓扑信息,然而路由树却会因此变得庞大,这给系统带来的负面影响是交换路由信息时可能消耗过多的带宽资源。为减少路由树中冗余信息,某些相同的冗余路径应该在传输之前被裁剪,路由树的裁剪规则如下:

稀疏路由树所对应的路由表称之为稀疏路由表(如表1所示),稀疏路由表的内容是一个六元组(目的节点,目的节点的前一节点,跳数,耗费,非中继,静态)。根据目的节点地址,源节点通过计算选择一条最短路径,发送分组报文,处于中继状态的中间节点根据IP报文头部的路由信息,选择下一个中继节点或是目的节点,转发分组报文。

1. 从根节点到目的节点仅保留最短路径;
2. 从根节点到目的节点至多保留两条相同长度的冗余路径。

图2中的路由树经裁剪后,得到对应的稀疏路由树如图5所示。

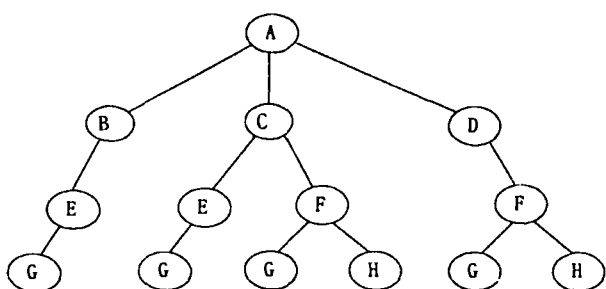


图5 以A为根节点的稀疏路由树

表1 节点A的稀疏路由表

节点地址	前一跳节点	跳数	耗费	非中继	静态
B	A	1	1	1	0
C	A	1	1	1	0
D	A	1	1	1	0
E	B	2	1	1	0
F	C	2	1	1	0
E	C	2	1	1	0
F	D	2	1	1	0
G	E	3	1	0	1
H	F	3	1	0	1
G	F	3	1	0	1

2.2.3 拓扑更新 自组网的拓扑更新主要完成网络的

自组织、自恢复等网络建立、运行和维护功能,同时它通过检测链路状态的变化以及网络节点的动态加入和退出来改变节点的拓扑信息。这主要通过自组织算法实现,该算法完成以下两个功能:

1. 相邻节点查询:通过发送查询分组与相邻节点建立联系,查询相邻节点的属性,形成子网内部各节点间的相邻关系拓扑结构;

2. 在子网内传送网络拓扑结构信息:子网内的每个节点都必须了解整个子网的网络拓扑结构,这通过相邻节点间的状态分组交换来实现。

网络的自恢复功能完成对网络拓扑结构变化的监测。各节点在数据传送和周期性状态信息交换过程中发现网络拓扑

结构变化时,重新进行相邻节点查询和信道链路质量的测定,并把变化情况通知子网内的其它节点。导致网络拓扑结构变化的原因有以下几种因素:新节点加入、已加入节点退出或发生故障、由于节点间距离变化或干扰等原因使信道质量发生变化、节点中继状态及参与网络活动模式的变化。

拓扑更新的过程可以通过交换路由树来体现,源节点组播自己的路由树信息到最近的邻接点,邻近的网络节点因此获取到更多或更新的拓扑信息。如图6所示,节点A把C节点的路由信息写入到它自己的路由树中去。节点A的路由树信息被保存之前,路由树中所有冗余、相同的连接会被裁剪,最终以稀疏路由树的形式保存到存储器。

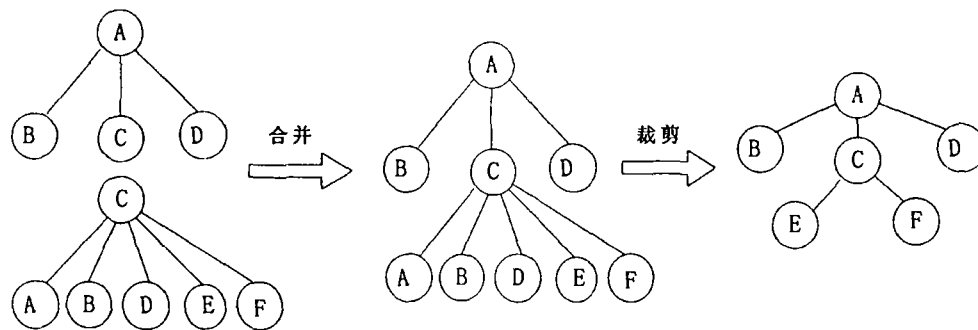


图6 拓扑更新以及路由树裁剪图

采用条件触发、拓扑更新定时器和拓扑更新请求定时器等各种措施可以减少拓扑更新控制报文的发送次数。

2.2.3 路由查找算法 在进行算法描述之前,首先说明查找“最佳路由”的含义:对于一棵以A为根节点的路由树t,要在上面找到一条或n条从源点A到目的节点 D_1, D_2, \dots, D_n ($n \geq 1$)距离最短的路径;并且当 $n \geq 2$ 时,要求从源点A到达所有目的节点的路径,中继节点的数目尽可能最少,这样的路径称为最佳路由。此外,还要说明目的节点覆盖数,它表示以本节点为根节点的子树所包含的所有目的节点的数目。

下面讨论路由算法,在图5以A为根节点的稀疏路由树中,如果要同时找到以A为源节点的A—D, A—E, A—F, A—G, A—H五条路径,并且要求所选的路径中继节点的数目最少以减小无线网络的传输流量及IP报头的长度。

为此,我们提出了一种基于目的节点覆盖数的源点选径算法,它能有效解决在一棵路由树上查找一条或多条“最佳路径”的问题。

在以A为根节点的稀疏路由树t中,基于目的节点覆盖数的源点选径算法描述如下:

1. 在遍历以根节点为A的路由树t的过程中,若访问到目的节点 D_i ,则将从A到 D_i 的路径存入该 D_i 的二维路径数组 $D_i[j, k]$ 中(其中j表示从A到 D_i 存在的某一条路径, k表示路径中的某个节点);

2. 统计路由树t中的每个节点的目的节点覆盖数m,并将m分别存入每个节点的overlay信息域;

3. 按照以下原则从 $D_i[j, k]$ 路径数组中筛选一条最佳路径:

a. 从 $k = 2$ (即各路径的第二个节点)开始查找第k列节点的目的节点覆盖数并存入 $M[1, k], M[2, k], \dots, M[s, k]$,然后计算 $p = \max\{M[1, k], M[2, k], \dots, M[s, k]\}$;再计算 $\{M[1, k], M[2, k], \dots, M[s, k]\}$ 中等于p的个数n;

b. 若 $n = 1$,则选取包含p的节点的路径为最佳路由;

c. 若 $n \geq 2$,且含一个目的节点,则选取包含目的节点的路径为最佳路由;否则 $k = k + 1$,从路径数组第k列继续按a, b, c原则进行比较,向后递推,若递推到最后一列仍然有 $n \geq 2$,则任意取一条路径作为最佳路由。

根据上述算法,源点A到各目的节点所筛选得到的路径如表2所示。

表2 目的节点的路径表

目的节点	可选择的路径	筛选的路径
D	A—D	A—D
E	A—B—E A—C—E	A—C—E
F	A—C—F A—D—F	A—D—F
G	A—B—E—G A—C—E—G A—C—F—G A—D—F—G	A—D—F—G
H	A—C—F—H A—D—F—H	A—D—F—H

结束语 与传统的无线自组网路由协议相比,本文提出的路由实现方法和基于目的节点覆盖数的源点选路算法,可以使网络的建立、维护、恢复能够自动运行,一对多点的组播路径能够做到链路复用率高,减少了IP层报文头部的长度以及网络建链时花费的网络时延。

具体地说,该路由策略具有以下优点:首先网络自适应功能使得网络的建立、维护、恢复等任务完全由网络节点自动完成,不需要手工配置;其次采用稀疏路由树和稀疏路由表的数据结构以及条件触发方式,因此拓扑更新产生的额外开销小,占用的带宽少;最后采用源点选路方式,节点之间有多条路径

基于802.11a/b MAC的WLAN用户定位技术研究*

陈永光

(中国人民解放军63880部队 洛阳471003)

摘要 本文研究了包括IEEE 802.11a/b结构特征在内的IEEE 802.11无线局域网(WLAN)的特性,提出了基于IEEE 802.11a/b MAC的WLAN用户室内室外定位技术方案。

关键词 定位,802.11,无线局域网,MAC

On Study of the Geolocation for 802.11a/b MAC Based WLAN Users

CHEN Yong-Guang

(63880 Unit, PLA, Luoyang 471003)

Abstract We have investigated features of IEEE 802.11 wireless LAN (WLAN), including the architecture and features of IEEE 802.11a/b. With our special interest in geolocation of IEEE 802.11a/b MAC based WLAN users, we also propose some geolocation schemes for both indoor and outdoor applications.

Keywords Geolocation, 802.11, WLAN, MAC

1. 引言

便携式计算设备的快速普及高速无线局域网(WLAN)使得用户在建筑物内部甚至在户外移动时仍然能够保持与网络的连接。这一逐渐显露的趋势催生出许多依赖于移动用户物理位置的应用和业务模式。其目的是使WLAN用户与其所在环境之间发生有效作用。比如,用户与周围环境经常发生的一种联系是在最临近的打印机上打印一篇文稿。其它事例包括定出移动用户的地理位置,显示周围环境的平面图或者三维图,或是在博物馆内为游客做向导等等。

既然WLAN用户的定位很重要,某些定位方案与无线网络技术的结合就不足为怪了,目的当然是为了以合理的代价对WLAN用户进行高精度的定位。尽管已有一些移动站定位方案可供选择,但它们并非为基于IEEE 802.11系列标准的WLAN而专门设计的。换言之,当我们试图采纳一种定位方案时,应该对这些标准的特征多加考虑。

IEEE 802.11是第一个国际上认可的WLAN标准,其结构和其它某些特征一定会影响任何可能用于WLAN用户定

位的方法。现在有两个802.11的新版本,即802.11b和802.11a标准。它们都是为高速WLAN而设计的。我们预计基于802.11a/b的WLAN用户定位方面的需求在不久的将来会快速增长。为此,回顾802.11、802.11b、和802.11a标准的某些重要特性是研究专门的定位方案的第一步。

2. 基于802.11a/b MAC的WLAN关键特性

近年来,无线通信市场增长迅猛。毫无疑问,无线技术能够到达地球表面的每一处角落。无数的人们时时处处在用寻呼机、便携式电话以及其它无线通讯产品彼此交换信息。没有人会惊讶地面对这样一个事实,即无线通信正在开始被应用于个人事务和计算等领域。一旦摆脱了有线网络的束缚,人们将能够在全球范围内的任何地方存取和分享信息,就像他们今天正在办公室通过有线局域网或B-ISDN(宽带综合业务数字网)进行网上冲浪那样。

本文设法回答关于无线局域网的一些基本的和重要的事实,并聚焦在IEEE 802.11结构上面,强调IEEE 802.11a/b MAC。

*国家自然科学基金资助项目(69931040)。陈永光 博士后,总工程师,研究员,现主要从事电子装备试验技术研究。

可供选择,增强了网络的健壮性,并且避免了路由的“闭环”发生。

参考文献

- 1 美国国防部. MIL-STD-188-220B, 数字消息传输设备子系统互操作标准,1998
- 2 Perkins C, Bhagwat P. Highly dynamic destination-sequenced distance-vector routing(DSDV)for mobile computers [A]. ACM SIGCOMM'94[C]. London, Sep. 1994. 234~244
- 3 Murthy S, Garcia-Lunes-Aceves J. An efficient routing protocol for wireless networks [J]. ACM Balzer Mobile Networks and Applications Journal, Special Issue on Routing in Mobile Communications Networks, 1996,1(2):183~197
- 4 Johnson J, Maltz D. Dynamic source routing in ad hoc wireless networks [M]. Kluwer Academic: Mobile Computing, 1996
- 5 Perkins C, Royer E. Ad-hoc on demand distance vector routing [A]. The 2nd IEEE Workshop on Mobile Computing Systems and Applications [C]. New Orleans, LA, Feb. 1999. 90~100
- 6 Maltz D, Broch J, Jetcheva J, et al. The effects of on-demand behavior in routing protocols for multihop wireless ad hoc networks [J]. IEEE Journal on Selected Areas in Communications, 1999,17(8):1439~1453
- 7 严蔚敏,吴伟民. 数据结构(第二版). 清华大学出版社,2000
- 8 Royer Em, Chai-Keong T. A review of current routing protocols for Ad hoc mobile wireless network. IEEE Personal Communications, 1999(2):46~55
- 9 Corsons, Macker J. Mobile Ad hoc networking (MANET); routing protocol performance issues and evaluation considerations, request for comments:2501. Internet engineering task force(IETF),1999
- 10 Kourkouzelis D. Multipath routing using diffusing computations [M]. Master Thesis, 1997