

# 无线 Ad Hoc 网络技术探讨

鲍 晶

(武汉大学 计算机学院, 湖北 武汉 430072)

**摘 要:**无线 Ad Hoc 网络是由一组自主的无线节点或终端相互合作而形成的、独立于固定基础设施并且采用分布式管理的网络,具有自主性、无严格的控制中心、动态拓扑等特点。路由技术、安全问题和 QoS 等是目前无线 Ad Hoc 网络发展的关键。尽管无线 Ad Hoc 网络具有带宽受限等缺点,由于具备灵活机动、组网迅速的优势,尤其适用于野战军用通信,目前它在民用领域的应用也逐步扩大。文中介绍了无线 Ad Hoc 网络的基本情况、结构体系、主要特点、关键技术等,并展望了它的发展趋势。

**关键词:**Ad Hoc 网络;多跳;路由;安全问题

**中图分类号:**TN92

**文献标识码:**A

**文章编号:**1673-629X(2006)07-0201-03

## Discussion of Wireless Ad Hoc Network

BAO Jing

(Wuhan University, Wuhan 430072, China)

**Abstract:** Wireless Ad Hoc network is formed through the cooperation of a group of independent wireless nodes or terminals. It is a network independent of fixed infrastructure and with distributed management. It features with independence, dynamic topology and no strict control center. Routing technology, safety and QoS are the keys in the development of current Wireless Ad Hoc network. Although it has the disadvantage of limited bandwidth, Wireless Ad Hoc network is especially suitable for field military communication owing to its advantages of flexibility and rapid networking. At present, its civilian application area is being expanded. This paper introduces basic properties, structure system, main characteristic and key technology.

**Key words:** Ad Hoc network; multi-hop; routing; security problem

### 0 引 言

随着移动通信技术和因特网的迅速发展和日益普及,人们的生活方式发生了巨大的变化。为实现个人或移动设备之间随时随地的通信,人们对移动通信技术和因特网技术的结合——无线网络的需求也日益高涨。无线网络作为有线网络的扩展和补充,正迅速成为现代通信基础设施的重要组成部分。Ad Hoc 一词来源于拉丁语,是“特别地,专门地为某一即将发生的特定目标,事件或局势而不为其他的”的意思。这里提出的“Ad Hoc 网络”所标称的就是一种无线特定的网络结构。

### 1 Ad Hoc 网络基本情况

#### 1.1 起 源

(1) Ad Hoc 网络的前身是分组无线网(Packet Radio Network)。

(2) 1972 年,美国 DARPA(Defense Advanced Research Project Agency)就启动了分组无线网(PRNET, Packet Ra-

dio NET—work)项目,研究分组无线网在战场环境下数据通信中的应用。

(3) 1983 年, DARPA 启动了高残存性自适应网络项目 SURAN(Survivable Adaptive Network),研究如何将 PRNET 的成果加以扩展,以支持更大规模的网络,还要开发能够适应战场快速变化环境下的自适应网络协议。

(4) 1994 年, DARPA 又启动了全球移动信息系统(GloMo, Global Mobile Information System)项目。旨在能够满足军事应用需要,可快速展开高抗毁性的移动信息系统。对该项目进行全面深入的研究,并一直持续至今。

(5) 1991 年成立的 IEEE802.11 标准委员会采用“Ad Hoc 网络”一词来描述这种特殊的对等无线移动网络<sup>[1]</sup>。

#### 1.2 定 义

Ad Hoc 网络是由一组带有无线收发装置的移动终端组成的一个多跳临时性自治系统。移动终端具有路由功能,可以通过无线连接构成任意的网络拓扑,这种网络可以独立工作,也可以与 Internet 或蜂窝无线网络连接。与传统无线网络不同的是,Ad Hoc 网络既不需要固定的网络结构,也没有专用的固定的基站或路由器作为网络的管理中心,网络中每个节点具有路由器功能,负责发现和维持到其他节点的路由,向邻居节点发射或转发分组。

收稿日期:2005-11-05

作者简介:鲍 晶(1978-),女,湖北武汉人,硕士研究生,研究方向为网络信息安全、Ad Hoc 网络。

在 Ad Hoc 网络中,节点间的路由通常由多个网段(跳)组成,由于终端的无线传输范围有限,两个无法直接通信的终端节点往往要通过多个中间节点的转发来实现通信,所以 Ad Hoc 网络是一个多跳的系统。

## 2 无线 Ad Hoc 网络的结构体系

### 2.1 节点结构

在 Ad Hoc 网络中,无线节点既具有移动终端的功能,又具有路由器的功能,因此可以将节点分为主机、路由器和电台三个部分。主机完成人机接口、数据处理等功能;路由器完成维护网络的拓扑结构和路由信息功能;电台为数据传输提供无线信道支持<sup>[2]</sup>。

### 2.2 网络结构

Ad Hoc 网络结构一般分为两种:平面结构和分级结构。在平面结构中,所有节点的地位平等;而在分级结构中,将网络的节点分成群,每个群由一个群头和多个群成员组成,群头负责本群中节点间数据的转发,群头可以预先指定,也可以由节点使用算法选举产生,不同的群可使用不同的工作频率<sup>[2]</sup>。

## 3 无线 Ad Hoc 网络的特点

### 3.1 无中心和自主性

Ad Hoc 网络中没有绝对的控制中心,网络中的节点通过分布式算法来协调彼此的行为,无需人工干预和任何其他预先设置的网络设施,可以在任何时刻任何地方快速展开并自动组网。

### 3.2 动态变化的网络拓扑

在 Ad Hoc 网络中,移动节点可以任意速度和方式在网络中移动,加上无线发送装置发送功率的变化、无线信道间的相互干扰、地形因素等的影响,节点间通过无线信道形成的网络拓扑结构随时会发生变化。

### 3.3 受限的无线传输带宽

Ad Hoc 网络采用无线传输技术作为底层通信手段,由于无线信道本身的物理特性,它所能提供的网络带宽相对于有线信道要低得多,并且无线信道的质量较差。此外,考虑到竞争共享无线信道产生的冲突、信号衰减、噪音和信道之间干扰等因素,移动终端得到的实际带宽远远小于理论上的最大带宽,并且会随时间动态变化。

### 3.4 移动终端的局限性

移动终端具有携带方便、轻便灵巧等优点,但同时也具有能源受限、内存较小、CPU 处理能力较低和成本较高等缺点。

### 3.5 有限的安全性

Ad Hoc 网络是一种特殊的无线移动网络,由于采用无线信道、有限电源、分布式控制等技术,它更加容易受到被动窃听、主动入侵、拒绝服务等网络攻击。

### 3.6 无线多跳路由

由于发射功率的限制,节点的覆盖范围有限,当它要

与覆盖范围之外的节点通信时,需要借助中间节点的转发<sup>[2]</sup>。

## 4 无线 Ad Hoc 网络的关键技术

### 4.1 无线 Ad Hoc 网络的路由技术

无线 Ad Hoc 网络的路由协议较多,但可以分为两大类:先应式(Proactive)和后应式(Reactive)。

#### (1)先应式路由。

先应式路由又称表驱动(Table-driven)路由。网络中各个节点都存储在一张通往其他节点的路由表,因此当网络拓扑变化时,必须将包含路由变化的报文传播给各节点,以便获得一致的最新网络路由。

先应式路由算法的特点为:

①网络中各个节点无论是否有数据包发送,都需路由表的维护。

②数据包的传输相对后应式路由具有较小的时延。

③在网络拓扑动态变化频繁时,路由表的维护需消耗大量的网络带宽资源和电源的能量。

目前这种路由协议主要有:目的序号距离矢量算法 DSV(Destination-Sequenced Distance-Vector routing);无线路由协议算法 WRP(Wireless Routing Protocol);全局状态路由算法 GSR(Global State Routing)。

#### (2)后应式路由。

后应式路由又称按需(On-demand)路由。网络中各个节点无须定时地维护路由表,只有在源节点有需要,发出路由请求时才建立路由。一旦路由建立,启动路由维护程序使路由一直有效,直到目的节点不可达或源节点不再需要该路由。

后应式路由算法的特点为:

①节点 Cache 中存储着一样的路由表,只是该路由表的更新是通过节点存储转发的数据包(头)中的信息学习得到的。

②节点在发送数据包时,首先从 Cache 中寻找路由,只有当 Cache 中无相关路由时才通过泛洪(Flood)搜索临时路径,搜索成功后又将本次路由存储于 Cache 中,以备下次使用。

③相对先应式路由,后应式路由的数据包传输时延较大,但路由表信息交换和控制信息的开销却大大减少,可有效地减少网络带宽和节点能量的消耗。

目前这种路由协议主要有:需求驱动距离矢量路由算法 AODV(Ad Hoc On-demand Distance Vector routing);动态源路由协议 DSR(Dynamic Source Routing protocol);临时需求路由算法 TORA(Temporally Ordered Routing Algorithm)<sup>[3]</sup>。

### 4.2 无线 Ad Hoc 网络的安全问题

与传统的无线网不同,无线 Ad Hoc 网作为一种新型的无线移动网络,面临的一个主要挑战就是它易受到安全攻击,如受到窃听、伪造、拒绝服务等攻击,所以必须考虑

其安全特性。目前已经提出的安全策略有:

(1)基于口令认证的密钥交换。它的特点是密钥和口令由多台机器而不是集中在一台机器上产生;另外它还提供了一种完善的口令更新机制。

(2)单一的安全模式。单一的安全模式俗称“复活鸭子”。“复活鸭子”的安全策略来源于传感器网络,一个节点可以有“死亡”和“复活”两种状态,当一个节点“复活”时就将第一个给它发送密钥的节点作为它的拥有者,必要时该拥有者可以令该节点“死亡”,等下一个拥有者出现时,该节点又“复活”。

(3)异步的分布式密钥管理。它提出密钥管理服务由多个节点(一个集合)来管理,而不是由单个节点来管理<sup>[4]</sup>。

### 4.3 服务质量(QoS)

QoS是指当源端向目的端发送分组流时,网络向用户保证提供一组满足预先定义的服务性能约束,如端到端的延迟、带宽、分组丢失率等。现有的大部分在无线网络中提供 QoS 保障的机制都是基于单跳的有中心的蜂窝网络,无法直接应用在多跳、拓扑动态变化的移动 Ad Hoc 网络。这就要求设计和研究新的 QoS 保障机制,从而为 Ad Hoc 网络中各种业务提供相应的一定级别的服务质量保证。

(1)动态服务质量保证机制。动态 QoS 保证机制是一种基于资源预留的服从综合服务模型的方法。资源预留请求不是针对某个固定值,而是规定了一个预约请求范围,网络实体通过对此请求范围进行判决来灵活地提供服务。预约请求范围从应用能接受的最小服务级别到网络可以提供的最大服务质量等级,各种网络实体(如路由器)在此范围内根据网络的资源状况进行动态的自适应调整,从而提供了一种动态网络环境下保障 QoS 的方法。

(2)具有 QoS 能力的中间适配机制。Ad Hoc 网络中另一种提供 QoS 保障的策略是采用带有中间适配器的网络框架来适应网络性能的变化,这种方法考虑了网络的性能和端到端的资源状况,可以向应用提供有用的信息用于重新配置,从而使系统获得最优的服务质量。

(3)提供 QoS 保障的 MAC 协议。这种 MAC 协议的目标是在 Ad Hoc 网络中使共享媒体的各个节点能在尽量不影响其他节点的前提下实现自身的 QoS 要求。网络中的所有节点可以广播它们的最大带宽要求,因此所有节点都可以知道其邻居节点的带宽要求,从而可以实现一种在邻居节点间分配信道接入时间的分布式算法<sup>[5]</sup>。

### 4.4 基于能源的路由设计

Ad Hoc 网络中移动主机不断地转发报文将消耗它有

限的能源,因此设计基于能源的路由,将使主机获得更长久的生存期,或者采用功率控制和在适当的时候关闭发射机等方法实现。

## 5 无线 Ad Hoc 网络的发展趋势

Ad Hoc 网络作为一种通用和有前途的移动无线技术,具有非常广阔的应用前景,其将来的发展趋势主要体现在以下几个方面。

### 5.1 军事应用仍保持重要地位

军事通信(战术和战场通信)作为 Ad Hoc 网络的主要应用形式,仍将在相当长时间内保持重要地位。作为战术无线网和 21 世纪数字化部队的一项重要技术,Ad Hoc 网络将会受到许多国家和军队越来越多的重视。

### 5.2 民间和商业领域的应用逐步扩大

随着 Ad Hoc 网络技术的不断成熟,特别是 QoS 保障和安全机制的进展,Ad Hoc 网络会逐步向民用和商业领域渗透,基于 Ad Hoc 技术的移动终端以及网络设备已经成为一些大通信公司研发的重点。

### 5.3 制定相应标准

目前还没有针对 Ad Hoc 网络的正式标准,只有关于 MANET 路由协议一些草案,标准的制定对于 Ad Hoc 网络的推广应用至关重要。

## 6 结 论

Ad Hoc 技术所具有的特性使得该项技术必会在以后的通信领域发挥重要的作用,但是这种无中心、多跳等特征使得 Ad Hoc 技术同样面临着许多难题,虽然目前针对这些难题已经有多个解决方案提出,但所有技术尚不成熟。从 Ad Hoc 技术开始民用以来,也有一些 Ad Hoc 的产品面市,基于 Ad Hoc 技术的移动终端以及网络设备已经成为一些大通信公司的研发重点,可以预见,Ad Hoc 技术的发展会越来越迅速。

### 参考文献:

- [1] 李可.一种新型移动通信网络——Ad Hoc 网络[J].军民两用技术与产品,2004(5):44-48.
- [2] 梅辉,罗文茂.无线 Ad-Hoc 网络[J].现代通信,2003(9):6-8.
- [3] 赵根喜,张爱红,孙伟. Ad Hoc 路由协议综述[J].内蒙古科技与经济,2003(8):45-46.
- [4] 朱晓研,伍前红,王育民.移动 Ad Hoc 网络安全策略[J].网络技术安全与应用,2004(1):22-25.
- [5] 王海涛,郑少仁,宋丽华. Ad Hoc 网络中 QoS 保障机制的研究[J].通信学报,2002(10):114-121.

本刊自 2006 年更名为《计算机技术与发展》欢迎投稿,欢迎订阅。