

# 无线 Mesh 网络网关负载均衡研究综述

□郭剑 唐余亮 厦门大学信息科学与技术学院

**【摘要】** 无线 Mesh 网络是无线局域网和移动自组织网络相结合的产物,作为一种能够提供高带宽网络接入服务的全新架构的网络,无线 Mesh 网络目前越来越多的得到人们的重视。本文对近年来 Mesh 网络网关节点负载均衡的研究方向进行了归纳总结,并提出了自己的设想和方向。

**【关键词】** Mesh 网络 负载均衡 网关 综述

## 一、简介

无线 Mesh 网络是通过无线链路把固定的和移动的节点连接起来,构成的一个多跳的移动自组织网络。

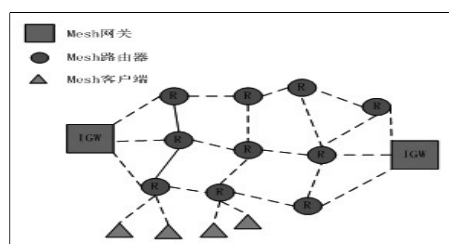


图1 Mesh网络架构

在这种网络中节点由 Mesh 路由器和 Mesh 客户两种节点组成。Mesh 路由器可以是静止的或者具有较小的移动性,构成 Mesh 网络的骨干,为 Mesh 客户端提供 Internet 接入。Mesh 客户端也具有路由器或中继器的作用,可以为其它 Mesh 客户端提供数据转发。部分的 Mesh 路由器集成网关或网桥功能,此类节点我们称其为网关。由于所有的流量都将引自或者引向网关节点。因此网关节点是整个 Mesh 网络的核心,同时也成为全网的性能瓶颈。网关节点发生拥塞,会极大的影响 Mesh 网络用户获得服务,同时由于拥塞造成网关节点大量丢包,进而导致网络的吞吐量极大下降。如何有效的负载网关节点之间的流量,尽量避免网关节点处发生拥塞成为近来 Mesh 网络研究的热点问题。

## 二、目前主要研究思路

### 2.1 路径选择法

此类方法在进行路径选择的时候,避开拥塞的链路和目的节点(即网关),以达到在不同的网关之间均衡负载的目的。此类方法多由 DSR 或者 AODV 算法改良而来,并根据自己的需求采用合适的度量方式,比如经过节点的流量总和、各节点缓冲队列总长度以及各段链路的延迟等对链路拥塞程度进行判定,选择拥塞较小、带宽较高的链路进行传输。跳数往往是必备的一个度量,因为多跳的链路意味着更多网络资源的浪费。文章[1]通过自己定义节点活动度的概念进行度量,文章[2]则通过计算经过节点的缓存队列长度总和进行选择。文章[3]则通过自

下而上的方式,从外围到中心的方式来建立路由,分配网关节点的流量。

此类方法的缺点也是显而易见的。首先只能通过链路状态进行路由选择,而无法获得网关节点的状态,也就无法真正的避免网关节点的拥塞;其次只是在路由初期通过一定的策略避免拥塞,当拥塞发生之后无法进行有效的拥塞调整,同时缺乏全局的分配,必然会造成一些资源的浪费。

### 2.2 流量迁移法

文章[4]和文章[5]提出了流量迁移的方法,此类方式沿用了 Ad hoc 网络的网络协议,只是在网关节点检测到拥塞时,启动一个拥塞解除的机制,已达到分配流量、避免拥塞的目的。此类方法在一开始启动网关发现算法,对 Mesh 网络内的路由器进行初次划分,并把路由器和自己的服务网关进行关联,发送数据流,同时在网关节点处通过检测节点缓存队列长度或者对丢包率等参数进行统计,当到达一定的条件之后认定拥塞发生,启动拥塞接触机制,拥塞网关在自己服务的路由器中选择一个进行流量迁移。被选定的路由用泛红的方式发送网关请求信息,未拥塞的网关收到后进行回复,之后路由器将流量迁移到新的网关。

此类方法的优点是算法带来的额外开销较少,缺点是对 Mesh 网络内部的流量缺乏全局的分配。同时,当网络整体流量较大的时候,路由器迁移至后有可能再次拥塞,之后发生抖动的情况。

### 2.3 域划分法

文章[6][7][8]提出了分治法的思想,对 Mesh 网络内路

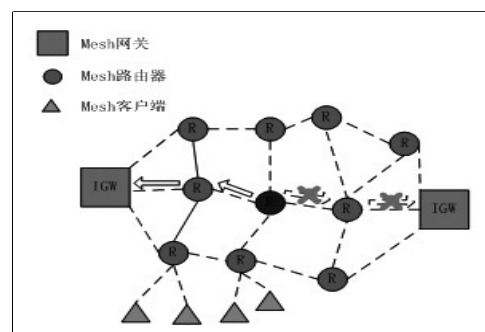


图2 流量迁移法

由节点的个数进行划分,每一个域由一个网关节点服务,域划分的过程即流量分配的过程。该方法分为两个过程:首先是域的初次划分,其次是流量变化之后的域的变化,即域的维护。

域划分目前采用的主要是针对一些网络指标的线性规划的方法或者是在一定的限定条件下的贪心算法,考量的因素主要有网关的负载能力、各 MR 节点的流量、MR 节点距网关节点的跳数等。如文章[6]根据网关节点的负载能力和各个路由器节点的流量进行由远至近的划分,并且定义网关节点超出自己负载流量的部分为 overload,通过判断所有网关节点 overload 的综合来评定域划分的优劣。文章[7]则通过数学建模的方式,在规定了路由节点距网关的距离上限、域规模、路由节点最大度等条件后,寻求一个能最大限度平衡不同网关之间负载的解,文章[8]则通过数学建模,将域划分的问题转化为混合整数规划(MIP)的问题,之后借助启发式算法进行求解。

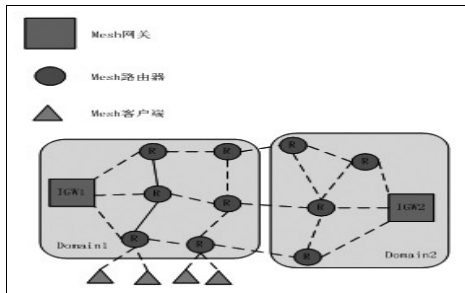


图3 域划分法

### 三、新的研究方向

#### 3.1 内部流量的研究

内部流量可以在外部流量的信道及时隙分配完毕之

后,采用 DSR 协议进行,同时采纳多径的思想,以达到分配流量,负载网络均衡的目的。对于内部距离较远或者源、目的节点均靠近网关(不同网关)的情形,可以将 Mesh 网络内部的通信转化为外部流量,即将流量引入网关,然后通过网关之间的有线网络进行通信,已达到节省 Mesh 网络内部网络资源的目的。

#### 3.2 多径在 Mesh 网中的应用

为了达到均衡负载的目的,应当选取多径同时传输的方式。Mesh 网络中为了达到网关节点的负载均衡应用多径路由主要从以下几个方面:(1)外部流量的多径:A,域内部 MR 节点通往单一网关节点的多径;由于网关节点是流量的集中地,所以拥塞极易出现在离网关最近的链路和节点上,此处多径路由可以降低网关附近链路或者节点发生拥塞的可能性。同时,在拥塞发生时,可以通过调整多径流量分配的方式高效的解决拥塞问题。B,域边界 MR 节点通往多网关节点的多径,此种多径的应用本身就带有负载网关均衡的目的。处于不同网关中间部分的节点可以建立到不同网关的路径,并在需要将流量分配到不同的网关上。如果某一个网关节点发生拥塞,可以通过调整流量分配的方式解决拥塞,避免了路由调整的开销。(2)内部流量的多径;内部流量的多径路由能够充分利用网络资源,在不影响外部流量的情况下尽量保证内部流量的畅通。同时,在外部流量优先且外部流量变化的情况下,能够减少内部路由发现的开销,提高网络通信效率。

### 四、总结

随着无线移动通信的高速发展和 Internet 的广泛应用,无线 Mesh 网络已经作为一种网络技术和网络形态,得到进一步的重视和开发,会逐渐成为无线移动接入网络的基本网络技术,渗透到未来各种无线网络中。

### 参 考 文 献

- [1] Hossam Hassanein, Audrey Zhou, "Routing with load balancing in wireless Ad hoc networks," Proceedings of the 4th ACM international workshop on Modeling, analysis and simulation of wireless and mobile systems, July 2001, p.89-96.
- [2] S. J. Lee and M. Gerla, "Dynamic load-aware routing in ad hoc networks," Proc. IEEE ICC, vol. 10, 2001, pp. 3206-3210.
- [3] H. Tokito, M. Sasabe, G. Hasegawa, and H. Nakano, "Routing method for gateway load balancing in wireless mesh networks," in IEEE ICN'09, 2009.
- [4] D. Nandiraju, L. Santhanam, N. Nandiraju, and D. P. Agrawal, "Achieving Load Balancing in Wireless Mesh Networks Through Multiple Gateways," in Proc. IEEE MASS, Washington, DC, USA, 2006.
- [5] C. Liu, Y. Shu, L. Zhang, and J. Li, "Efficient multiple Gateways Load-Balancing QoS Routing in backbone Wireless Mesh Networks," IEEE 4th International Conference on Wireless Communications, Networking and Mobile Computing, 2008. pp.1-4.
- [6] J. J. Galvez, P. M. Ruiz, and A. F. Gomez-Skarmeta, "A Distributed Algorithm for Gateway Load-balancing in Wireless Mesh Networks," in Wireless Days, 2008. WD '08. 1st IFIP, 2008, pp. 1-5.
- [7] F. Zeng and Z. Chen, "Load Balancing Placement of Gateways in Wireless Mesh Networks With QoS Constraints," IEEE 9th International Conference for Young Computer Scientists, ICYCS 2008, pp. 445-450.
- [8] Hyoung-Gyu Choi, Seung-Jae Han, "Domain load balancing routing for multi-gateway wireless mesh networks," Journal Wireless Networks archive, vol. 16, Issue. 8, November. 2010, pp.2105-2122.

作者简介:郭剑男,1988年生,河北保定,硕士,厦门大学信息科学与技术学院,主要研究方向为包括 Mesh 网络以及车载网络在内的移动自组织网络。