

Research on Routing Algorithms for Selecting Specific Gateways under Equivalent Topology

Chang Tang Ben Niu Hui Qu Ya Wang Xingyong Yuan

Chongqing Jinmei Communications Co., Ltd., Chongqing, 400030, China

Abstract

If the wired link and wireless link hybrid network is used in a specific IP communication network, when the wireless link becomes the relay of the wired link, the wireless link needs to relay the data transmitted from the wired link. In the case of service characteristics and data time slot type binding, the possibility of conflict when multiple wireless relay nodes simultaneously apply to occupy the same time slot increases greatly. Therefore, in the time slot distribution of curing cannot meet the communication requirements of the system, for the problem of multi-node occupied time slot conflict in the network topology, this paper analyzes the topology of the equivalent network, through the modification routing protocol, select the only wireless relay gateway, realize any topology data time slot selection without conflict, improve the transmission efficiency.

Keywords

TDMA; routing protocol; time slot allocation; equivalent topology; gateway selection

等价拓扑下选择特定网关的路由算法研究

唐畅 牛犇 瞿辉 王亚 袁星勇

重庆金美通信有限责任公司, 中国 · 重庆 400030

摘要

特定的IP通信网络中如果采用有线链路和无线链路混合组网, 当无线链路成为有线链路的中继时, 无线链路需中继从有线链路传入的数据。在业务特征和数据时隙类型绑定的情况下, 多个无线中继节点同时申请占用同一类型时隙时发生冲突的可能性大增。因此, 在固化的时隙分配方式不能满足系统的通信需求情况下, 针对网络拓扑中多节点占用时隙冲突的问题, 论文对等价网络拓扑进行分析, 通过改造路由协议, 选择唯一的无线中继网关, 实现任意拓扑下数据时隙选择无冲突, 提升了传输效率。

关键词

TDMA; 路由协议; 时隙分配; 等价拓扑; 网关选择

1 引言

现有 IP 数据传输网络的通信手段通常采用有线传输及无线传输两种方式。有线传输的方式包括光纤、以太网传输, 其具有大容量、长距离传输等优点; 无线传输的方式包括: 民用 4G、5G 网络, 特殊通信场景则采用 VHF、UHF 频段的窄带无线传输设备, 具有灵活传输的特点, 但其单带宽较窄, 勤务信道不足 100Kbps。如果采用通用路由协议 (如 RIP、OSPF 和 EIGRP 路由协议) 将不适用窄带信道, 必须采用无线自组织网络 (Ad hoc) 类的路由协议作为补充。将有线链路和无线链路混合组网将兼具大容量、长距离以及灵活传输等特点, 但有线信道与无线信道存在路由融合问题^[1,2]。

Ad hoc 无线链路因其具有低功耗、小体积以及分布式和自组织的特点而得到广泛应用^[8]。与有线链路不同, 无线链路的信道带宽和时延抖动往往不固定, 而预留信道业务对实时性要求较高且传输需要固定可用的带宽^[9]。当网络中某些链路仅有无线链路 (有线链路未开设或故障) 可用于通信时, 此无线链路需中继转发从有线链路传入的预留业务数据, 使数据可以传输至指定目的无线传输设备。

时分多址 (TDMA) 接入技术作为节点信道接入的方式被广泛地应用于通信系统中, 其通过清晰的时隙划分使得分组冲突、时延和带宽占用变得可控, 在保证节点的数据传输时延、分组成功率和接入效率方面起到了至关重要的作用^[10]。然而, 由于 TDMA 为固定分配的信道接入机制, 如果路由设备中采用固化的时隙分配方式 (每个节点预分配 1 路预留时隙用于传输 IP 报文格式的是 2.4K 声码话) 不能满足系统的通信容量需求, 是因为当多个节点同时申请占用预留时隙时则会发生冲突, 此时无线中继节点可能因为分配的

【作者简介】唐畅 (1999-), 女, 中国四川广安人, 硕士, 助理工程师, 从事IP组播研究。

业务时隙数目不够而导致无线传输设备信道的数据缓冲区溢出，业务报文被丢弃。因此，论文结合 TDMA 协议的特点，设计了不同拓扑情况下的支持预留信道业务和普通数据综合传输的特定路由协议，使得预留信道业务从单一节点进入无线网络，避免了多路节点进入无线网络导致的业务通信时隙需求量增加，具有重要的应用前景^[3]。

2 问题描述与分析

网络中若为每个转发节点单独分配预留信道业务时隙，终将会因为网络拓扑形态的变化导致时隙资源不够。因此针对特定的网络，应按照预留信道业务需求设计总体时隙，不同的节点发送预留时隙由控制协议分配对应的预留时隙。可行的方案是将无线传输设备的无线预留时隙资源按照预留的类型分为多个时隙，每种预留数据根据预先分配的时隙发送数据。业务终端发出的预留数据报文内将包含预留业务的类型，当预留业务报文需要从无线传输设备发出时，根据 IP 报头后面的两个字节的通道信息去寻找相应的时隙发送。此方案的优点显而易见：只需要固定个数时隙就可解决系统内任意拓扑的预留信道业务需求，依照时隙分配进行有序的发送和接收。但此方案也引出了路由上的相关问题^[4]。

当特定类型的预留业务经过多个节点进入无线信道时，路由树将形成多条分支，业务路由会形成多个数据报文分别发向目的节点，收到报文后的多个节点将在无线传输设备无线信道上同时申请该特定类型的预留时隙（如预留时隙 0），此时冲突发生。

这种类型的时隙冲突产生均是因为网络处在等价网络拓扑下，上游节点到不同的目的节点可选择不同网关。因此，针对等价网络拓扑，主要解决的是如何选择唯一无线中继网关的问题^[5]。

3 实现方法

3.1 路由协议优化

原有的通用数据传输功能必须保留，数据经过无线信道时需要选择链路质量最优的路径进行传输，而预留信道业务经过无线信道时需屏蔽无线信道链路质量。因此，对于有线路由协议来说，将接收对数据和预留业务产生不同时延代价的同一路由由条目，需要以其他形式传递路由信息。针对这一问题，可以通过分别运行正常功能的路由协议和专供预留业务使用的路由协议两套程序实现，分别以通用数据路由协议和预留信道数据路由协议来表示。其具体实现方法如下：

①原有的通用路由协议功能不变。

②新运行一个路由程序，使用其他的 IP 协议号来传递有线路由协议，计算得出的路由由表项交给“特定转发引擎”模块。

③无线路由协议仅需要在处理无线路由协议报文时区分出有无线传输设备信道链路质量和无无线传输设备信道链路质量并分别计算路由，无无线传输设备信道链路质量的

路由信息交给新运行的路由程序处理，通过无线传输子网进行二次中继的路由，作不可达处理。

④预留路由程序还需要做特殊的路由计算，确保只经过一个无线网关节点到达无线传输设备信道的另一端^[6]。

要计算出唯一无线网关的路由，首先需要计算路由上节点需要获取无线中继网关的信息。其次，根据网关信息和网关后续可达节点信息计算唯一无线中继网关的路由。

3.2 获取无线中继网关信息

如图 1 所示，其中 D 表示目的节点，G 表示有线网关，RG 表示无线中继网关，获取无线中继网关信息的步骤如下：

①有线路由协议从无线路由协议获取无线传输路由后，标记该路由为无线接口路由。

②有线路由协议传递无线路由信息时，在每条路由报文的空余字段填写无线中继网关节点信息。

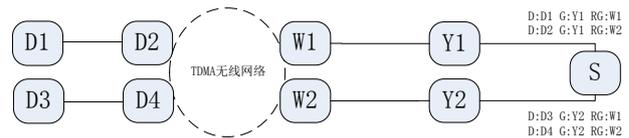


图 1 无线中继网关信息获取

3.3 路由计算方法

如图 1 所示，节点 Y1 和 Y2 都不会形成等价路由，Y1 只会有一个网关节点 W1，而 Y2 只会有一个网关节点 W2，形成等价路由的 S 节点才是需要重新计算的节点。S 节点需要在到达 D2、D4 的两个无线网关节点 W1、W2 中选择出唯一的无线网关节点，选择的依据是通过所选无线网关节点能达到的目的节点最多（该路由也必须是可选的最优路由）。即使在更复杂的等价网络拓扑下，若中间节点可通过多个网关到达目的节点，该节点首先需要计算出单一的无线网关，将已选择的网关信息添加到路由报文传递给上一节点，再由上一节点根据同样要求选择出唯一的无线网关^[7]。

举例说明预留信道业务路由算法流程，如图 2 所示，S 节点分别获取到目的节点 D1、D2、D3 的路由，其路由传递过程分为如图 2 所示的 8 个阶段，D 代表目的节点，RG 代表无线中继网关。

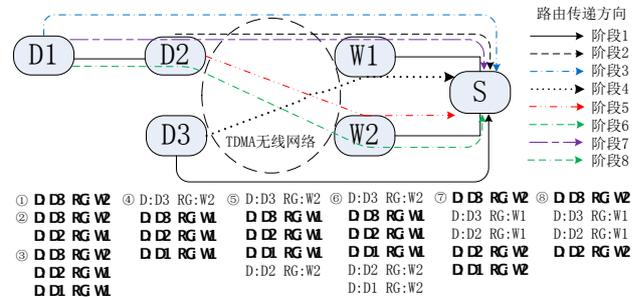


图 2 路由算法步骤示例

第一、二、三阶段：此时每个目的节点仅形成一条路由，三个阶段均未形成等价路由，路由算法不启动。

第四阶段：S 到达 D3 可经过 W1、W2 两个中继节点，此时形成等价路由，启动路由算法。由于 W1 能够到达更多的节点，将选择 W1 作为到达 D3 的网关，D3 → W2 → S 将作为备选路由。

第五阶段：S 到达 D2 可经过 W1、W2 两个中继节点，等价路由形成，启动路由算法。同样选择能够到达更多目的节点的 W1 作为到达 D2 的网关，D2 → W2 → S 将作为备选路由。

第六阶段：等价路由形成，启动路由算法。W1、W2 到达的节点数相同且第五阶段已选择 W1 网关，路由维持不变，经过 W2 的路由将作为备选路由。

第七阶段：第七阶段等价路由被删除，启动路由算法，

将重新选择能到达目的节点数更多的 W2 作为无线网关，经过 W1 的路由将作为备选路由。

第八阶段：阶段八非等价路由被删除，该路由算法不启动^[8]。

3.4 预留信道业务报文格式

预留信道业务报文格式如图 3 所示。因为采用新的预留时隙资源分配方式，路由设备转发到无线传输设备的预留报文必须携带预留类型，以便无线传输设备根据此信息选择正确的时隙发送到无线网络中。无线传输设备识别预留报文的依据是：IP 报文头部的协议号可自定义或采用通用的 UDP 报文^[9]。

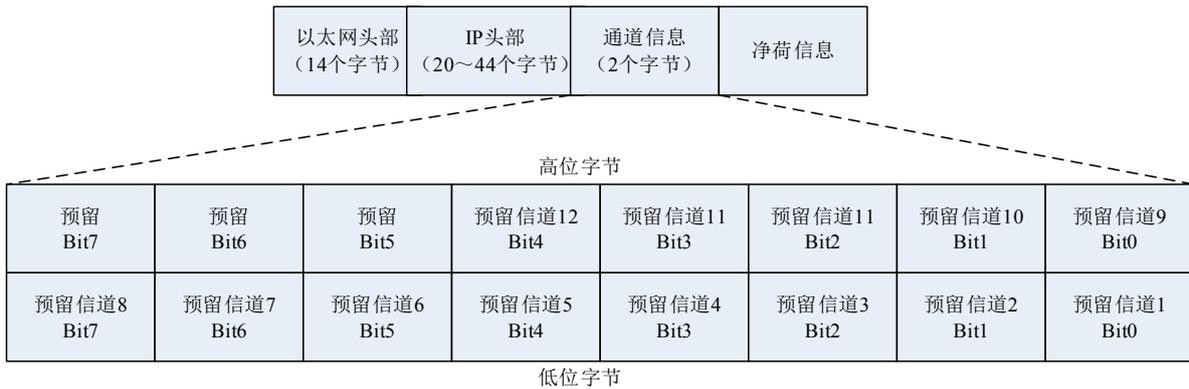


图 3 预留信道业务报文的数据格式

3.5 特殊业务转发引擎的改动

按照论文中的方案执行，当业务报文的 IP 协议号为预留信道业务时，使用单独的转发引擎处理；当报文的 IP 协议号为其他协议号时（数据报文），执行通用转发处理。

4 结语

论文设计一种路由协议，通过分别运行正常功能的路由协议和专供预留信道业务使用的路由协议两套程序实现特殊业务和普通业务的综合传输。针对特殊业务，对等价网络拓扑进行分析，通过所设计的路由算法选择后续可达节点数最多的节点作为唯一无线中继网关，可实现任意拓扑下通信容量需求^[10]。

参考文献

[1] 安淑芝. 计算机网络技术与应用[M]. 北京: 清华大学出版社, 2009.
 [2] 段华宁. 计算机网络技术与应用实验教程[M]. 北京: 清华大学出版社, 2007.

[3] 程宇, 闫鑫欣. 无线Ad hoc网络路由技术研究与应用分析[J]. 舰船电子工程, 2023, 43(7): 119-122.
 [4] 李繁, 张晓宇, 刘继. 基于信号方差的Ad-Hoc网络路由算法[J]. 计算机工程与设计, 2023, 44(10): 2902-2908.
 [5] 高爽, 张教, 朱敏. 超100Gbit/s光纤无线融合传输技术进展[J]. 光通信研究, 2024, 1(2): 1-12.
 [6] 赵静月, 张庆安, 董德尊. 有线无线混合数据中心网络组播调度策略研究[R]. 厦门: 中国计算机学会, 2017.
 [7] 张传金, 王剑峰, 姜永广. 一种新的战术网络路由与组网方法[J]. 通信技术, 2010, 3(43): 75-78.
 [8] 杜龙海. 一种支持语音的无线自组织网络控制设备的设计与实现[D]. 西安: 西安电子科技大学, 2011.
 [9] 郭伟. 动态无线自组网智能路由技术研究[D]. 成都: 电子科技大学, 2023.
 [10] 陆毅, 符杰林, 仇洪冰, 等. 适用于飞行自组网的闲置时隙预约TDMA协议[J]. 计算机工程, 2021, 47(3): 202-208.