

一种新的 MIP 路由优化算法研究

刘书如,甘 勇,蔡增玉

(郑州轻工业学院 计算机与通信工程学院,河南 郑州 450002)

摘 要: 基本 MIP 对移动节点在 Internet 上的移动性提供支持,但三角路由问题一直是其严重缺陷.通过对现有解决方案的分析,提出一种基于 SMR(支持移动功能的路由器)的优化路由方案,在 NS2 中实现了其路由算法,并对其性能进行了仿真分析.

关键词: 移动 IP;三角路由;路由优化

中图分类号: TP393

文献标识码: A

文章编号: 1000-7180(2010)10-0104-03

Research of a New MIP Route Optimization Scheme

LIU Shu-ru, GAN Yong, CAI Zeng-yu

(School of Computer and Communication Engineering, Zhengzhou University of Light Industry, Zhengzhou 450002, China)

Abstract: The basic Mobile IP to provide support for mobile nodes, but the triangular routing problem has been one of its serious shortcomings. Through analysis of existing solutions, a new route optimization scheme based on SMR (support of the mobile router functionality) is proposed, and achieve this routing algorithm in NS2 and analyze its performance.

Key words: mobile IP; triangular routing; route optimization

1 引言

MIP是为解决因特网节点移动性问题而提出的.其最基本的要求是,节点在链路切换的过程中,原有的 IP 地址不能改变,当前的通信过程不能中断,仍能正常进行数据包的收发,并需要解决安全性、可靠性等问题.

2 MIP 的缺陷

在基本 MIP 中,移动节点 MN 离开家乡网络后,需要向家乡代理 HA 注册,然后通信对端 CN 即可与 MN 进行数据传输了,CN 发送的数据包先到达家乡链路,由家乡代理 HA 捕获,进行 IP 封装,然后通过隧道发往外地代理 FA,FA 收到后解封数据包,最后直接发给 MN;而当 MN 向 CN 发送数据包时,无需使用隧道技术,使用普通的路由技术,直接把数据包发往 CN,这就构成了三角路由.

三角路由问题是 MIP 中的核心问题,也是研究的热点,三角路由引起网络传输的延迟增大,增加网络和路由器需要传输的信息,因此也成为 MIP 的瓶颈.针对该问题,已经有一些解决方案.文中在分析现有解决方案的基础上,提出了一种新的基于 SMR 的路由优化机制,优点是实现简单,无需对网络中的协议进行大规模的修改,为验证该方案,借助 NS2 进行了仿真分析.

3 查询方案

查询方案^[1]是为解决三角路由问题而提出的,和基本 MIP 机制相比可以有效地提高通信的效率,主要问题是如果当 MN 处于各个子网间需要频繁移动场景中的时候,那么查询的信息量会显著的增加,这样会加重网络的负担,使通信的延迟明显增加,可能会引起网络拥塞.

查询方案优化思想是:在 CN 向 MN 发送数据

包之前,首先发送一个查询数据报,当 HA 收到此报文后,回送一个响应数据报,在此报文中需要包含 MN 的当前的地址,这样 CN 和 MN 就可以直接进行通信,当 MN 如果移动的新的网络,那么 CN 就需要重新查询 MN 的家乡代理 HA.

4 基于 SMR 的路由优化算法

4.1 基本思路

在当前网络协议体系已经比较成熟的情况下,如果路由的优化是靠对协议软件的整体改进来实现,那么可行性就比较小^[2-3].文中提出的路由优化方案主要的思路是在现有的网络拓扑上分布一些支持 MIP 路由优化功能的路由器来实现,这些支持 MIP 功能的路由器称为 SMR.

4.2 工作机制

在基本的 MIP 中,家乡代理 HA 和外地代理 FA 周期性地广播或组播代理广播消息,宣告它们的存在以及与链路连接的关系. MN 通过接收广播消息来确定自己的位置,如果判断出已经处于外地网络,那么就需要一转发地址. MN 把转发地址向 HA 注册. CN 发送的数据包此时可以被传送到 HA,然后 HA 通过隧道技术将数据包发送到 MN 的当前所在的网络的 FA,那么 FA 主要是作为 MN 的缺省的路由器.

文中提出的路由优化思路是在基本 MIP 通信的网络拓扑中,部署一些具有路由优化功能的路由器 SMR,其中 SMR 主要实现的功能有:

(1) 实现和 HA 类似的功能,能够保存 MN 的转发地址和家乡地址的绑定信息.以供转发来自 CN 的数据包.

(2) 实现 FA 的功能,能够拆装数据包,提供 MN 所需地址信息.如果 MN 恰好处在一跳的网络内,则应实现 FA 的功能.

(3) 还要具备普通路由器的功能,能够进行数据的转发.

基于上面的解释,假设路由上存在 SMR,分析对通信的影响:

(1) 首先,分析一下 CN 发送给 MN 的数据包的流程,对于包含 MN 转发地址绑定信息,普通的路由器不能识别这些消息内容, CN 也将忽略该消息,所以如果没有 SMR,该通信还是按照基本 MIP 进行处理.如果存在 SMR,那么 SMR 就读出该绑定信息,保存在自己的绑定信息表中,并继续转发该绑定信息,一直到 CN.

(2) 如果 CN 到 HA 之间的路由上也分布有 SMR,那么当 CN 给 MN 发送数据时,该数据包应该是发往 HA,但是因为中间分布有 SMR,所以该数据会被 SMR 截获,因为 SMR 中保存有 MN 的转发地址和家乡地址的绑定信息,所以 SMR 就会利用和 HA 类似的功能用隧道技术把该数据包转发给 MN 的转发地址.

(3) 如果在通信的路径上存在多个 SMR,那么 CN 发往 HA 的数据包只会被距离 CN 比较近的 SMR 截获并转发,而其他的 SMR 和 HA 就不能收到该数据包.

(4) 如果是 MN 发送给 CN 的数据包,那么可以通过直接发送即可.

工作原理如图 1 所示.

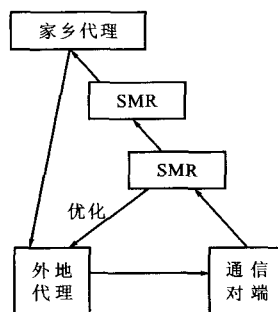


图 1 优化机制

通过以上的分析,可以看出 SMR 的作用就是缩短了 CN 到 MN 之间的路径,如果网络上部署的 SMR 有限的话,对路由的优化的效果不会太明显,但是如果数量足够的 SMR,那么就能够有效的优化 MIP 的路由.为了对其性能进行验证,在 NS2 仿真环境中,实现了具有 SMR 功能的路由器,对其性能进行了仿真,并与基本 MIP、查询机制进行了对比分析.

5 仿真

为了实现基本 MIP、预先查询机制的 MIP 和基于 SMR 的 MIP 路由优化算法的性能比较,在仿真环境 NS2 中建立一个如图 2 所示通用的网络拓扑结构.

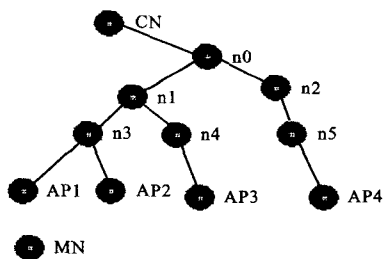


图 2 拓扑结构

在网络拓扑中, n 表示路由器, AP 为接入路由器, CN 为通信对端, MN 为移动节点. 有线网络部分带宽设为 10Mb/s, 延迟为 2ms. 在仿真时, 移动节点以 20m/s 的速度移动.

为了对基于 SMR 的路由优化方案进行仿真, 在 NS2 中实现了新的节点类型, 该类型实现了 SMR 的功能, 主要包括: 能够保存移动节点转交地址和家乡地址的绑定; 实现与移动节点无线连接的功能; 实现外地代理的功能.

5.1 丢包率的比较

为了对三种路由协议的丢包率进行分析, 分别在 CN 和 MN 之间加载不同的负荷, 分别是 1Mbps、2Mbps、10Mbps, 结果如图 3 所示.

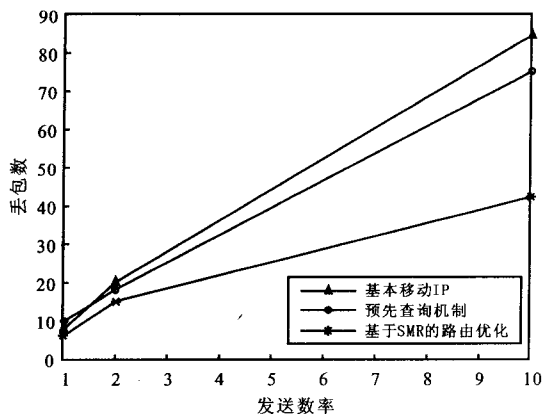


图3 丢包率比较

从图3可以看出, 在发送速率比较低的情况下, 三种方案的性能差不多, 丢包都比较少, 但随着发送速率的增加, 基于 SMR 的路由算法要明显的优于另外两种算法. 基于 SMR 的 MIP 路由优化方案可以显著减少数据包的丢失. 主要是因为引入 SMR 以后, 数据包的传输得到了优化.

5.2 端到端的延迟的比较

在 CN 和 MN 之间以 2Mbps 的速度发送数据包, 然后分别对数据包的端到端的延迟进行仿真分析. 由实验结果可以看出, 相对于基本的 MIP 和预先查询机制, 基于 SMR 的优化路由可以明显的缩短端到端的延迟.

5.3 网络稳定性的比较

抖动率是延迟时间变化量, 由于网络的状态随时都在变化, 有时候流量大, 有时候流量小, 当流量大的时候, 许多封包就必需在节点的队列中等待被传送, 因此每个封包从传送端到目的地端的时间不一定会相同, 而这个不同的差异就是抖动率. 抖动率越大, 则表示网络越不稳定.

抖动率计算方法为:

$$\text{jitter} = ((\text{recvtime}(j) - \text{sendtime}(j)) - (\text{recvtime}(i) - \text{sendtime}(i))) / (j - i),$$

其中, $j > i$, jitter 表示抖动率, $\text{recvtime}(i)$ 表示第 i 个数据包的接收时间, $\text{sendtime}(i)$ 表示第 i 个数据包的发送时间. 分别对三种路由方法进行仿真并计算 jitter, 可以看出基于 SMR 的优化路由方案稳定性更好.

5.4 仿真结果分析

通过仿真分析, 可以看出基于 SMR 的优化路由方案在丢包率、端到端的延迟和网络稳定性各方面都有比较好的表现.

主要原因是基于 SMR 的优化路由方案的外地代理、家乡代理和 SMR 中关于移动节点转交地址和家乡地址的绑定信息都设有寿命值, 移动节点定期向家乡代理注册其转交地址, 同时 SMR 收到后会更新其绑定. 移动节点移动到一个外地链路时, 会把这个地址告诉原外地代理. 家乡代理可以把数据包通过隧道传送到移动节点的原外地代理处, 由于原外地代理已经有了移动节点最新的转交地址, 于是它就把数据包转发到移动节点当前链路上的外地代理. 这样就可以降低由于移动节点切换链路而造成的数据包丢失的概率, 以及实现平滑切换. 从仿真的结果也可以验证这一特性.

6 结束语

文中分析了现有 MIP 的路由优化^[4-5]方案, 在此基础上提出了一种改进的 MIP 路由优化算法, 不需修改通信节点的协议软件, 只需在网络拓扑中分布一些支持 MIP 功能的路由器, 此方案实现简单, 优化了路由传输路径, 能够有效减少数据包的丢失率, 实现移动节点的平滑切换.

参考文献:

- [1] 裴珂, 李建东, 郭峰. MIP 路由优化性能分析及仿真[J]. 电子学报, 2002, 30(4): 484-487.
- [2] Peifang Zhou. Reverse routing: an alternative to MIP and ROMIP protocol[C]// Proceedings of 1999 IEEE Canadian Conference on Electrical and Computer Engineering. Canada: Ottawa, 2006: 150-155.
- [3] Bhagwat P, Perkins C, Tripathi S K. Network layer mobility: an architecture and survey [J]. IEEE Personal Comm, 1996, 3(3): 54-64.
- [4] 刘新宇, 鲁士文. 通过优化 Mobile IP 的平滑切换改善 TCP 性能[J]. 微电子学与计算机, 2006, 23(2): 111-117.

(下转第 110 页)

(240,232)码时,级联可以使得误帧性能相比 QC-LDPC 码有所提高.综合考虑性能和硬件实现,选择了 RS(240,232)和 QC-LDPC(9216,7680)码进行级联.

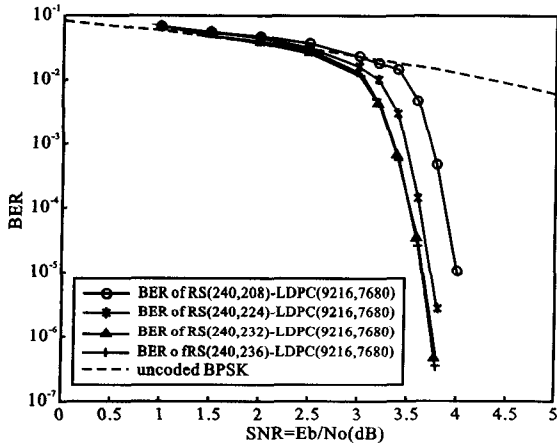


图7 级联码与 BPSK 的误码性能对比

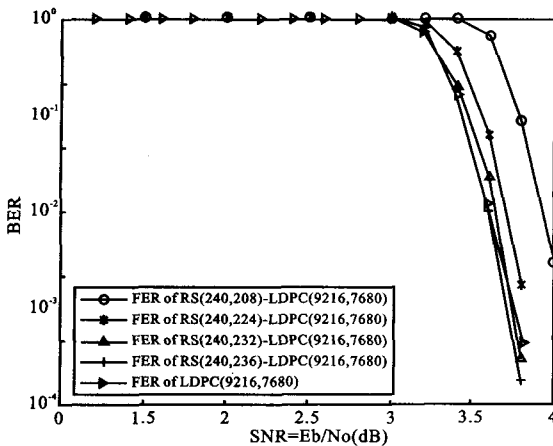


图8 级联码与 LDPC 码的误帧性能对比

4 结束语

文中提出了一种高速的 RS+QC-LDPC 级联码编码器结构,并且在 FPGA 平台上实现.经过优化设计的级联码编码器的吞吐量达到 2.25G bit/s 以上,可以应用在数字电视、卫星数据传送等需要处理大数据量的无限通信系统中.

参考文献:

- [1] Lin Shu. Error control coding[M]. 2nd ed. Boston: Prentice Hall, 2002.
- [2] Richardson T J, Urbanke R L. Efficient encoding of low-density parity-check codes[J]. IEEE Transactions on Information Theory, 2001, 47(2): 638-656.
- [3] Reed L S, Solomon G. Polynomial codes of certain finite fields[J]. Society of Industrial and Applied mathematics, 1960(8): 300-304.
- [4] 张晨. 高吞吐量 LDPC 码编码器构造及其 FPGA 实现[D]. 上海: 上海交通大学, 2009.
- [5] Zongwang Li, Lei Chen, Shu Lin. Efficient encoding of quasi-cyclic low-density parity-check codes[J]. IEEE Transactions on Communications, 2006, 54(1): 71-81.
- [6] 李刚, 黑勇, 仇玉林. 一种准循环 LDPC 解码器的设计与实现[J]. 微电子学与计算机, 2008, 25(7): 52-55.
- [7] 张仲金, 高明伦, 沙金, 等. 基于自身可信度的低复杂度 LDPC 码位翻转解码算法[J]. 微电子学与计算机, 2008, 25(7): 92-94.

作者简介:

施展 男, (1984-), 硕士研究生. 研究方向为通信编码器的硬件实现、SoC.

(上接第 106 页)

- [5] 周万春, 吴博. 一种优化的分层式移动 IPv6 路由策略的分析与研究[J]. 微电子学与计算机, 2007, 24(9): 19-21.

作者简介:

刘书如 男, (1979-), 硕士研究生, 讲师. 研究方向为网络

移动性管理.

甘勇 男, (1964-), 硕士研究生, 教授. 研究方向为网络管理与测量.

蔡增玉 男, (1979-), 硕士研究生, 讲师. 研究方向为网络移动性管理.