

基于 NS-2 的 VoIP 模拟与仿真*

胡 斌, 黄 冰, 王小兵, 伍健辉

(桂林电子科技大学 信息与通信学院, 广西 桂林 541004)

摘 要: 提出了一种基于自适应多速率算法的新 VoIP 系统方案, 该方案可以根据网络信道质量的好坏来自适应地选择一种最佳的语音传输模式, 从而在一定程度上保障了重构后的语音质量。在 NS-2 仿真平台下, 通过与传统 VoIP 体系比较发现, 所提出的新 VoIP 系统方案在语音 QoS 保障方面明显要优于传统 VoIP 系统。

关键词: VoIP; 自适应多速率算法; 自适应; NS-2

中图分类号: TN912.3

文献标识码: A

The simulation and emulation of VoIP based on NS-2

HU Bin, HUANG Bing, WANG Xiao Bing, WU Jian Hui

(Information & Communication College, Guilin University of Electronic Technology, Guilin 541004, China)

Abstract: This paper presents a new VoIP system based on AMR algorithm, which can adaptively choose a best transfer mode to transmit voice according to the quality of network channel. In the NS-2 platform, by comparing with the traditional VoIP system, the proposed new VoIP system is founded to be better on QoS.

Key words: VoIP; AMR; adaptively; NS-2

随着 Internet 的迅速发展, 网络多媒体的数据传输越来越成为研究热点, 其中 IP 电话系统 (VoIP) 就是其中一个重要分支^[1]。但是由于 VoIP 要求会话双方要实时传输语音数据, 对语音的实时性要求条件较高, 而 VoIP 又是建立在没有 QoS 保障的 UDP/IP 协议之上, 所采用的语音编码方案一般都是单速率的语音编码方案, 如 G.729, 这就使得传统的 VoIP 很难适应不断变化的网络资源环境。当网络资源比较充足时, 重构后的语音质量还能有一定的保障。但是当网络业务量很大或者当网络发生拥塞时, 连续的语音包丢失现象就会很严重, 从而导致重构后的语音质量出现急剧下降的现象。虽然国内外学者对此也提出了若干应对策略, 如在网络协议方面的呼叫允许控制、资源预留机制 (RSVP) 协议、差分服务等, 但是这些策略在对实时语音起到保障作用的同时, 又导致了核心路由器的严重开销, 最终使得整个 VoIP 系统的可扩展性变差。本文提出了一种基于 AMR 语音编解码算法的新 VoIP 系统, 该系统可以根据网络信道质量的好坏来自适应地选择一种最佳的传输速率, 从而

使得合成后的语音质量有了更加良好的 QoS 保障。通过 NS-2 平台下的仿真, 实验结果表明: 新 VoIP 系统在网络延时和数据包丢失率方面均要明显优于采用 G.729 算法的传统 VoIP 系统。

1 NS-2 和 AMR 相关技术

1.1 NS-2 网络模拟器

NS-2 (Network Simulator, version 2) 是由加州大学伯克利分校开发的面向对象的、离散事件驱动的网络模拟器, 主要用于解决网络研究方面的问题, 目前 NS-2 可以用于模拟各种不同的通信网络。它功能强大, 模块丰富, 已经实现的主要模块有: 网络传输协议 (如 TCP 和 UDP), 业务源流量产生器 (如 FTP、Telnet、Web、CBR 和 VBR), 路由队列管理机制 (如 Droptail、FQ、RED 和 CBQ), 路由算法 (如 Dijkstra), 无线网络 WLAN、移动 IP、卫星通信网络模块、多播协议以及一些 MAC 子层协议等。

NS-2 使用了被称为分裂对象模型的开发机制, 采用 C++ 和 OTcl 两种开发语言进行开发, 它们之间采用 TclCL 进行自动连接和映射。NS-2 的模拟可分为 2 个层次, 其中第一个层次是基于 OTcl 的模拟, 主要利用 NS-2

* 基金项目: 广西自然科学基金 (桂科自 0640167)

网络与通信 Network and Communication

现有的网络元素来实现模拟,因此无需对 NS-2 本身做任何修改,只需要编写一个完整的 OTel 脚本程序即可;另外一个层次是基于 C++和 OTel 的模拟,该层次中没有所需的网络元素,因此需要对 NS-2 进行扩展,添加所需要的网络元素。一般来说,NS-2 的模拟需要与 Nam (Network animator) 配合使用。Nam 是基于 Tcl/Tk 的动画演示工具,以把模拟的过程用可视化的方式呈现出来^[2]。

1.2 AMR 自适应技术的介绍

自适应多速率语音编码(AMR)有 8 种信源编码模式,2 种信道模式(即全速率信道模式和半速率信道模式)以及不同信道模式下所对应的不同信道编码模式。其中,全速率信道模式下所对应的信道编码模式为 8 种,半速率信道模式下所对应的信道编码模式为 6 种,每种信道编码模式都有一种信源编码模式与之相对应。此外为了降低算法的复杂度,8 种信源编码模式均采用 ACELP(Algebraic Code Excited Linear Prediction)模型,不同的只是参量的量化码本和量化比特数。在移动通信中,当信道模式固定后,通过测量归一化的载(载波信号)干(干扰信号)比来估计当前信道的质量,度量级别为 4 个级别,分别为很差、差、好、很好。如果当前信道质量估计为较好或者好,则降低信道编码速率、提高信源编码速率,以此来提高重构后的语音质量;如果当前信道质量估计为差或者较差,则提高信道编码速率、降低信源编码速率,以此来保障通话质量。所以高模式下的信源编码(如 MR122),虽然可以提供优良的语音可懂度和自然度,但是抗噪能力差;而低模式下的信源编码(如 MR475),由于多数比特被用作信道编码,因此具有很强的纠错能力,但是重构后的语音质量不佳^[3]。

2 AMR 算法下的 VoIP 系统

VoIP 传输的基本过程可分为 4 种:PC-PC 模型、PC-Phone 模型、Phone-PC 模型和 Phone-Phone 模型^[4]。本文中仿真的是 Phone-Phone 模型,具体过程如图 1 所示。在该模型中,语音的传输过程可以拆分为 2 个阶段。第一个阶段,语音数据通过 UDP 协议打包从源点 pc0-T 开始发送,通过网关 gk0、gk1 转发,将语音数据包转发到目的地点 pc0-R,从而实现节点 0~5 之间的语音数据通信;第二个阶段,语音数据通过 UDP 协议打包从源点 pc1-T 开始发送,通过网关 gk1 和 gk0 转发,将语音数据包转发到目的地点 pc1-R,从而实现节点 6~1 之间的语音数据通信。2 个阶段连续的传输过程构成了 VoIP 中语音数据的基本传输过程。此外,为了更加真实地模拟网络资源的变化,设置了一个 pc 到 pc 的网络数据量的传输过程。该过程为:网络数据通过 TCP 协议打包从源点 pc2-T 开始发送,通过网关 gk0 和 gk1 转发,将网络数据包转发到目的地点 pc2-R,从而实现节点 2~7 之间的网络数据的传输。通过设置不同的网络数据流量可以来模拟当前网络信道质量的好坏,从而为选择不同的 AMR

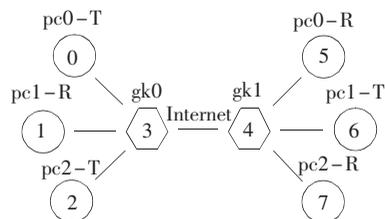


图 1 Phone-Phone 的 VoIP 模型

信源编码模式做准备。

为了检测网络拥塞下新 VoIP 系统的性能,需要对上述语音模型的一些参数进行调整:(1)公共交换网(PSTN)传输带宽的设定。节点 0~3 之间的链路是用来模拟 PSTN 的,而 PSTN 中最大的语音传输速率(无损语音编码方案 G.711)为 64 Kb/s,因此为了体现带宽资源的宝贵性,设置此链路的传输带宽为 64 Kb,同理节点 1~3 之间、节点 5~4 之间、节点 6~4 之间的传输带宽也设为 64 Kb;(2)Internet 网传输带宽的设定。节点 3~4 之间的链路是用来模拟 Internet 网的,由于 Internet 网中传输数据量往往很大,而分配给每个用户之间的传输带宽是有限的,因此为了体现网络带宽的有限性,设置此链路的传输带宽为 1 Mb。同理节点 2~3 之间、节点 4~7 之间的传输带宽也设为 1 Mb;(3)当前网络信道质量的度量。为了度量当前网络信道质量,选取衡量 VoIP 系统性能的参数如时延、抖动、数据包丢失率等来作为衡量当前信道质量的参数。在本实验中,选取的是在一定时间内的语音数据丢包率,其计算公式为: $\lambda = S_d / S_{RTT}$,式中 S_d 为固定时间内丢失的语音包数目, S_{RTT} 为固定时间内发送的语音包数目^[4];(4)AMR 信源编码模式的选择。由于 AMR 有 8 种信源编码模式,且 8 种信源编码模式均是基于 ACELP 模型,各个模式下重构后的语音 MOS 值相差也不大,但是 AMR 总的代码量却很大,所以综合衡量起来,可以根据不同的语音数据包丢失率来自适应地选取其中的 3 种,即:MR122、MR74、MR475^[3]。选择标准为:当 $\lambda \leq 1\%$ 时,选取 MR122 模式;当 $1\% < \lambda \leq 3\%$ 时,选取 MR74 模式;当 $\lambda > 3\%$ 时,选取 MR475 模式;初始信源编码模式为 MR122。

3 实验结果与分析

新 VoIP 系统在 NS-2 平台下的运行情况如图 2 所示。在该运行模型中,节点 2~7 之间流量的大小代表了网关节点 3~4 之间链路的状况。即当节点 2~7 之间传送的网络数据很大时(>1 Mb),则认为节点 3~4 之间的链路发生了拥塞状况;当节点 2~7 之间传送的数据量较小时(<1 Mb),则认为不会发生拥塞状况。节点 0~6 是语音数据包的发送节点,且具有根据网络质量来自适应地调整语音发送速率的功能,其中初始发送速率为 12.2 Kb/s;数据包的发送用 NS-2 自带的 Pareto 分布流量产生器,这主要是考虑到语音激活检测技术(VAD)对 IP 语音的影响^[2]。

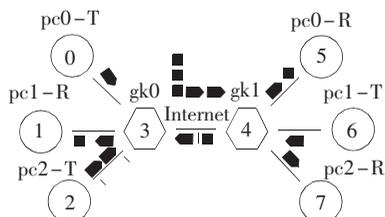


图 2 新 VoIP 系统的运行过程

此外,为了更加方便和有效地分析实验数据,需要对上述 VoIP 模型进行简化处理,简化后的 VoIP 传输模型如图 3 所示。其中节点 2 为网关,节点 3 既是网关也是所有网络数据的接收节点;节点 0 为语音数据包的发送节点,节点 1 为网络数据量的发送节点。

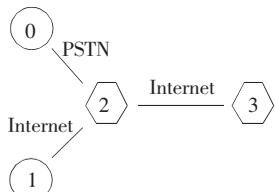


图 3 简化后的新 VoIP 模型

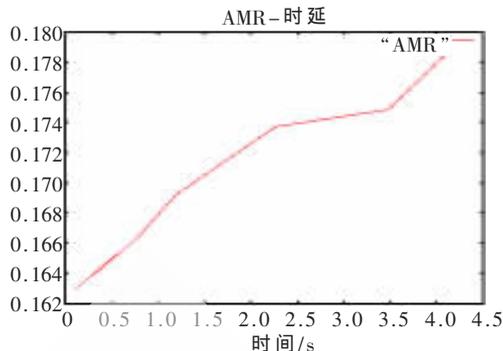
图 4 为采用不同语音算法的网络数据的时延图和丢包率图。

通过实验结果可知,网络拥塞下的新 VoIP 系统在时延和丢包率方面均要比基于 G.729 的 VoIP 系统优越,因而在重构后的 IP 语音 MOS 值上,新 VoIP 系统要比原系统更加具备 QoS 保障性能。

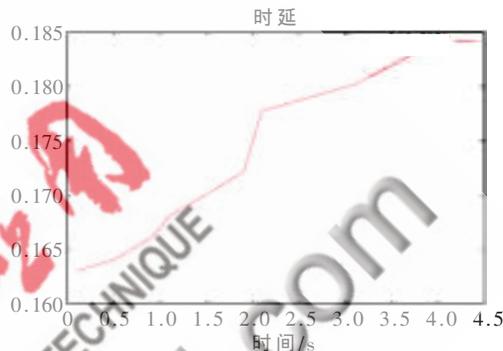
其中在网络时延方面,两者基本上都处于上升阶段,但是其最大值均没有超过 250 ms(实时语音传输的最大时延要求)。此外由于新 VoIP 系统采用了自适应机制,故而在上升的趋势上,前者没有后者的上升趋势快,时延时间在整体上要小于后者,如图 4(a)和图 4(b)所示。

在丢包率方面,两者均随着数据包的增加而呈现出波浪形的发展趋势,其中基于 G.729 算法的 VoIP 系统的包丢失率在整体上将稳定于 4%左右,如图 4(d)所示。而基于 AMR 算法的新 VoIP 系统由于采用了自适应机制,其可以随着信道质量的变化而自适应地调节发送速率,但是由于初始速率为 MR122 模式,这就使得第一次出现的数据包丢失率比较大,而后由于采用了自适应机制,减小了信源发送速率,在一定程度上缓解了网络拥塞的情况,从而降低了数据包丢失率。但是当数据包丢失率小于 3%时,由于用到了 MR74 模式,之后数据包丢失率又有了个上升趋势,但是很快就又降了下来,最后将基本保持在 3%左右,如图 4(c)所示。

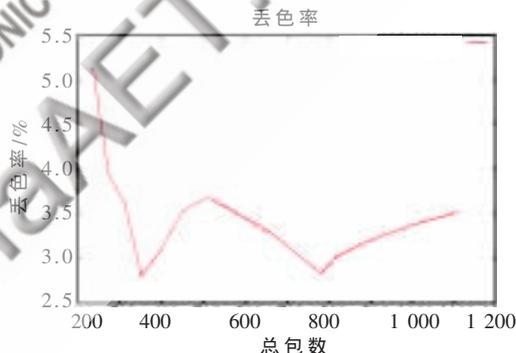
本文介绍了一种基于 AMR 算法的新 VoIP 系统,该系统可以随着网络信道质量的好坏来自适应地调整发送端的发送速率。实验结果证明,新系统在网络时延和丢包率上均要优于传统 VoIP 系统。因而新系统在网



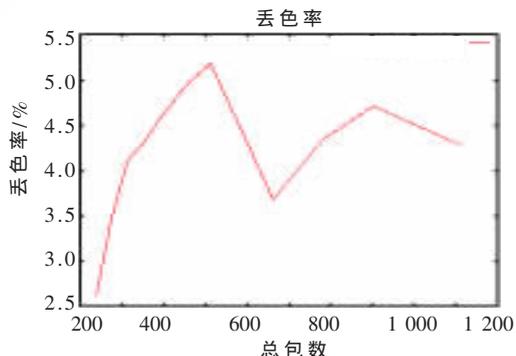
(a)基于 AMR 算法的 VoIP 系统的时延



(b)基于 G.729 算法的 VoIP 系统的时延



(c)基于 AMR 算法的 VoIP 系统的丢包率



(d)基于 G.729 算法的 VoIP 系统的丢包率

图 4 采用不同语音算法的网络数据的时延图和丢包率

络拥塞的情况下可以更好地保障重构后的语音质量,具有良好的应用前景。

参考文献

[1] 张磊.VoIP 语音技术与应用[M].北京:机械工业出版社,

- 2000.
- [2] 方路平,刘世华,陈盼,等.NS-2 网络模拟基础与应用[M].北京:国防工业出版社,2008.
- [3] 王炳锡,王洪.变速率语音编码[M].西安:西安电子科技大学出版社,2004.
- [4] 舒华英,李勇.VoIP 技术与应用[M].北京:人民邮电出版社,2003.
- [5] 3GPP TS 26. 090 V8.1.0 Adaptive multi-rate (AMR) speech codec, 2009.
- [6] 于斌.NS2 与网络模拟[M].北京:人民邮电出版社,2007.
- [7] <http://www.isi.edu/nsnam/repository/topics.html>.2009.
- [8] 李艳,来智勇,朱峰.NS-2 与网络模拟器的应用研究[J].内蒙古农业学报,2008(9):152-154.
- [9] 贾龙涛,鲍长春.基于 NS 的自适应多速率网络语音通信的性能分析[J].通信学报,2006(2):121-125.

(收稿日期:2009-11-09)

作者简介:

胡斌,男,1984年生,硕士研究生,主要研究方向:语音信号处理。

