

文章编号:1000-582X(2009)04-472-04

一种基于 LZSS+Huffman 的 SigComp 压缩改进算法

殷茜, 应俊

(重庆邮电大学 移通学院, 重庆 400065)

摘要: SIP 虽然被选定为 IMS 的核心呼叫/会话控制协议, 但消息过长也成为了 SIP 在 IMS 无线环境下应用时的瓶颈。在 SigComp 框架下, 通过对各种压缩算法的比较, 结合 SIP 协议消息特点选择 LZSS 算法作为 SIP 信令压缩的基本算法。为了进一步提高 SIP 协议消息的压缩比, 提出了基于 LZSS+Huffman 的 SigComp 压缩算法, 并对该算法的压缩效果进行了仿真分析。

关键词: 会话启动协议; SigComp; 压缩; LZSS; Huffman

中图分类号: TP393

文献标志码: A

An improved session initiation protocol signaling compression algorithm based on lempel ziv storer szymanski and Huffman

YING Qian, YING Jun

(Chongqing University of Posts and Telecommunications, Chongqing 400065, P. R. China)

Abstract: Session initiation protocol (SIP) has been chosen as the call/session control protocol in IP multimedia subsystem(IMS). However, large SIP messages create a bottleneck for SIP application in IP multimedia subsystem(IMS) in wireless applications. Based on the SigComp, and by comparing various compression algorithms, lempel ziv storer szymanski(LZSS) is selected as the basic algorithm to compress SIP in accordance with the characteristics of messages in SIP protocol. To further improve the compression ratio, a new algorithm is proposed based on LZSS and Huffman. The performance of the compression algorithm is analyzed via simulation.

Key words: session initiation protocol ; SigComp; compress; lempel ziv storer szymanski; Huffman

SIP(Session initiation protocol)^[1]是一种基于文本的协议,典型的 SIP 消息的大小由几百到几千字节。由于 SIP 协议最初是为带宽资源丰富的 Internet 网络环境设计的,没有过多考虑带宽的问题^[2]。在 IP multimedia subsystem(IMS)无线链路环境下,庞大的消息将会浪费宝贵的无线资源,也会造成较大的传输延迟^[3](通常基于 SIP 的会话建立时间在 10 s 左右^[4])。为此,在无线环境中应用 SIP 协议时,需要对协议进行压缩,以减小 SIP 消息的长度,达到节约无线资源和缩短传输时延的目的。

为了使一些基于文本的应用协议(如 SIP、RTSP

等)更好地应用于窄带环境,IETF 在应用层与传输层之间定义的一个新层——SigComp^[5],用来提供稳固的、无损的消息压缩和解压缩机制。在 SigComp 机制中,与协议消息压缩率有关系的部分主要是压缩模块选用的压缩算法,解压内存大小等。笔者主要对其中的压缩算法部分进行研究,即在 SigComp 框架结构下,结合 SIP 消息特点,对各种压缩算法进行研究,提出一种压缩效果较好的 SIP 协议压缩算法。

1 压缩算法的选择

目前,主要有 3 类文本压缩算法^[6]。第 1 类算

收稿日期:2009-01-17

基金项目:重庆市信息产业发展资金资助项目(2007ZB12003b)

作者简介:殷茜(1975-),女,重庆邮电大学副教授,主要从事现代通信技术研究,(E-mail)wenpc@cqu.edu.cn。
欢迎访问重庆大学期刊社 <http://qks.cqu.edu.cn>

法是基于字典的,即用字典中的符号替换字符串来完成压缩,以 LZ 系列算法为代表。第 2 类算法是基于变换式的,首先将文本变换成容易压缩的形式,再使用诸如 Huffman 或算术编码,代表为 BWT 算法。第 3 类算法是基于模型的,用适当的模型来预测下面将要出现的字符,代表的有 PPM 算法。

在这 3 类压缩算法中,PPM 需要的解压内存为 2~4 兆字节,远超过 UDVM 提供的最多 131 K 字节的内存大小^[7],文中未作考虑。基于字典的压缩方法思想更接近于人的自然语言的特性,特别适合于文本文件的压缩^[8],而且 UDVM 指令能很好地与基于字典的算法所需要的功能匹配^[9]。为此选择了 LZ 算法作为 SIP 消息的压缩算法。

LZ 系列算法主要分为 LZ77 的实用算法 LZSS,以及 LZ78 的实用算法 LZW。在具体选择时,需要考虑算法是否适用于被压缩对象,因为压缩率不仅和算法有关,还和被压缩对象的特点有关。通过对 SIP 呼叫流程^[10]的分析,SIP 消息主要具有 3 个特点。一是消息大小,通常一次完整的 SIP 会话建立过程需要 4~5 条 SIP 消息,1 条典型的 SIP 消息大约有几百~几千字节。二是 SIP 消息格式比较固定,其字符出现频率的统计规律不同于其他文本信令协议。SIP 消息由 ASCII 码字符组成,其内容可分为 2 部分:用户数据和 SIP 指令短语,其中 SIP 指令短语出现的概率很高,比如“SIP”、“Contact”等几乎在每个 SIP 消息中都被使用。3 是 IMS 中建立会话的 SIP 消息内容大部分相同,比如“From”,“To”以及“Call-ID”这 3 个字段在同一个会话建立的消息中是始终保持不变的。

了解 SIP 协议特点之后,可知两类 LZ 算法压缩性能差异。在压缩速度方面,LZW 压缩速度要好于 LZSS^[11],但相对于信令传输时间,压缩/解压时间几乎可以忽略^[12],即使对于 100 MHz 的低端处理器,压缩/解压时间也才几十 ms 左右,而一个呼叫建立时延一般是几千 ms,所以与传输时间相比,处理时间通常可以被忽略。在压缩比方面,LZSS 自适应速度很快,基于偏移加长度的编码方案对文本类文件的压缩特别有效^[13]。而 LZW 的自适应速度要比 LZSS 慢得多。例如,符号串“Contact”经常出现,LZW 要到它第 6 次重现时才能使其整个进入字典,第 7 次才能整体拷贝,而 LZSS 则只需要符号串第二次重复出现时就可整体拷贝。这使得对 SIP 这种重复较多,大小为几百到几千字节的文本^[14]。所以,LZW 的压缩率不如 LZSS。

根据以上分析,文中选择 LZSS 算法来对 SIP

进行压缩。在 LZSS 算法实现程序中,采用了最简单的 HASH 表对正文窗口的数据进行维护。根据 SIP 会话建立消息的总长度和重复字符串的长度,采用 12 个 bit 来表示算法中的偏移量,8 bit 表示匹配长度,加上用于区分输出是未编码字符还是 <offset, len> 的标志位 Flag,达到了 21 个 bit。输出 1 个单个字符只需要 9 bit,因此设置最小匹配长度 minmatchlen 为 3,不匹配少于 3 个字符的字符串。

2 压缩算法的改进

为了进一步提高压缩率,在 LZSS 算法基础之上,又对该算法做了以下 2 个方面的扩展:

1) 执行 LZSS 算法过程中,在当前位置找到一个匹配时,如果该匹配不是最佳匹配,则从当前编码位置的下一个字符开始再次进行匹配,若能找到匹配且二次匹配长度大于一次匹配长度,便抛弃一次匹配。

2) 和 Huffman 编码相结合。像 LZSS 等一类基于字典编码虽然简单快速,但还无法实现比较理想的压缩率,实际应用中有必要结合适当的熵编码,以进一步加强协议压缩效果。其中,最常用的熵编码是 Huffman 编码和算术编码。考虑到算术编码的复杂性和运行速度,文中采用了 Huffman 编码。

在进行 Huffman 编码和解码时,首先都需要初始化生成 2 棵 Huffman 树,一棵是表示字符和匹配长度的 Huffman 树,另一棵是表示偏移量的 Huffman 树。压缩时经过 LZSS 算法处理后数据暂不输出,而是根据 Huffman 树对字符、匹配长度和偏移量进行 Huffman 编码。图 1 给出了 LZSS+Huffman 算法的压缩流程。

算法的重点是在 LZSS 处理后,如何进行 Huffman 编码。以字符和匹配长度的 Huffman 编码为例,用 256 个叶子代表 256 个 ASCII 字符。考虑 SIP 消息的特点,设置匹配长度范围为(3, 258),如果每个长度都用 1 个叶子表示,则要增加 256 个叶子,此时 Huffman 树过于复杂。

为了简化 Huffman 树,引入了匹配长度区间的概念,用 28 个叶子来代表匹配长度区间,再根据匹配长度区间大小用 0 到 5 个额外的比特来表示匹配长度在每个长度区间的偏移。为了提高压缩率但又不增加算法复杂度,采取了定期更新 Huffman 树的方式,设置重建 Huffman 树的标志位 Flag,每编码一个字符或匹配长度,就更新对应结点的权值,同时将 Flag 减 1,当减为 0 时,就根据概率的变化重建一次 Huffman 树。解压时也采取同样处理方式,根据

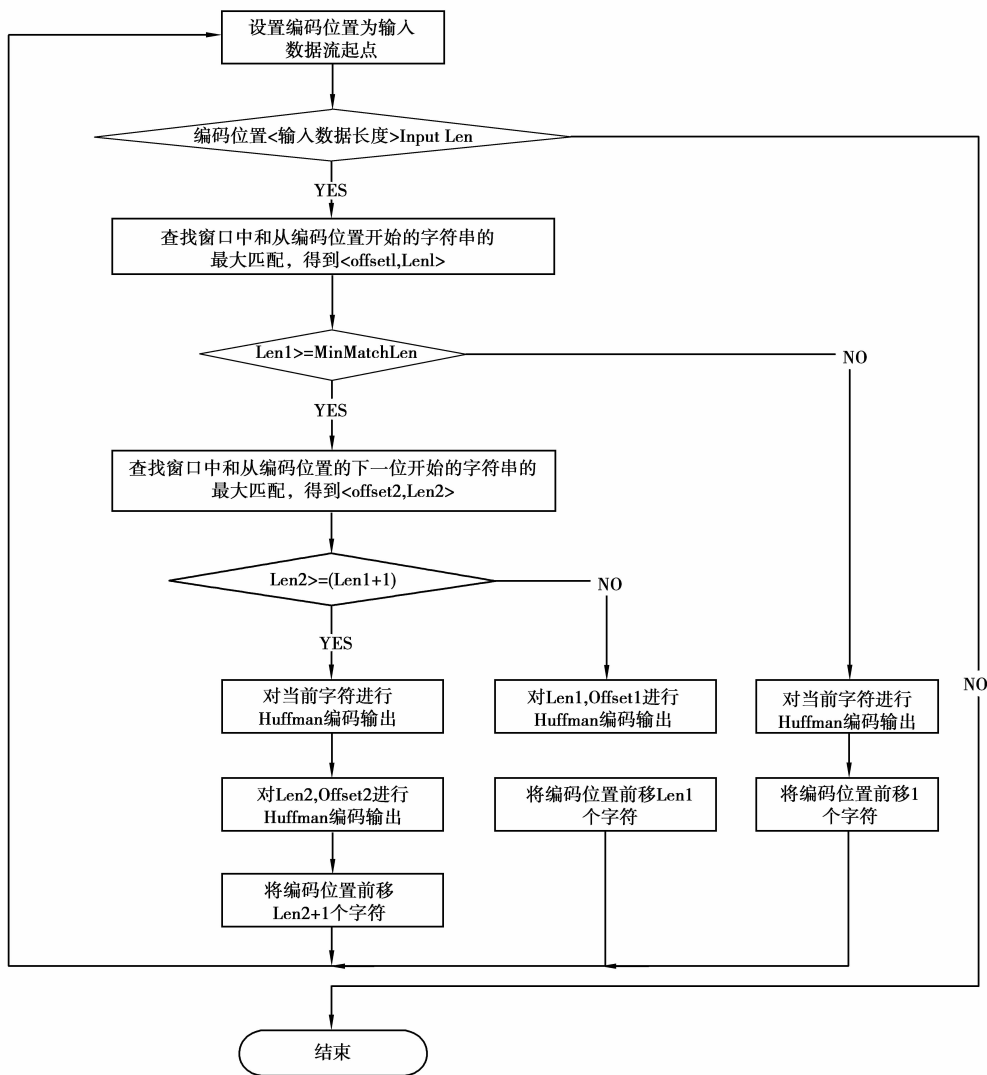


图 1 LZSS+Huffman 算法流程图

前面生成的 Huffman 树解码 Flag 个 ASCII 字符或匹配长度后, 重建一次 Huffman 树, 这样就不必在压缩数据中传送 Huffman 表, 节约了额外的开销, 从而降低了时延。

3 改进压缩算法性能仿真

为了验证各种压缩算法的效果, 结合一个简单的 SIP 会话环境(如图 2 所示), 对各种压缩算法的性能进行了仿真。SIP 会话环境为终端 jiahong 和 xbai 之间交换了 6 条 SIP 消息, 总尺寸为 2 661 bytes。

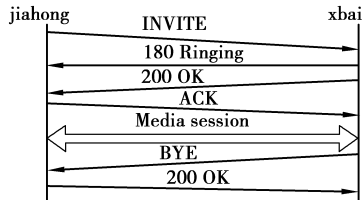


图 2 一个简单的 SIP 会话过程

为了比较 LZW、LZSS 和 LZSS+Huffman 3 种算法的压缩效果, 分别采用上述算法对会话建立过程的 SIP 消息做了压缩仿真实验。表 1 和图 3 是仿真得到的结果。

表 1 SIP 消息压缩性能比较

SIP 消息	压缩前	LZW	LZSS	LZSS+Huffman
		压缩后	压缩后	压缩后
INVITE	655	623	450	387
2. 180 Ringing	384	228	89	64
3. 200 OK	608	321	102	61
4. ACK	344	153	52	32
5. BYE	347	141	56	36
6. ACK	323	118	38	16

通过以上仿真结果, 可以看出:

1) 在压缩 SIP 消息时, LZSS 算法的压缩率明显

好于 LZW 算法, 经 LZSS 压缩后的文件大小平均不

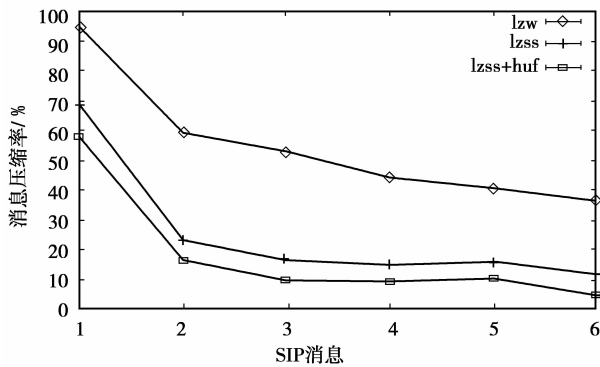


图3 SIP消息压缩率比较图

到LZW压缩文件的50%,说明自适应速度快的LZSS更适用于压缩类似SIP这种特点的文本消息。

2) LZSS+Huffman采用了熵编码,减少了冗余的信息量,而且更适用于SIP消息的压缩,因为信源概率越不均匀熵编码的压缩效果越好。实验结果表明,LZSS+Huffman比LZSS的压缩率提高了近1倍,具有更理想的压缩效果。

3)随着会话建立过程中SIP消息的发送,压缩效果趋于理想化,因为SIP消息格式较为固定,重复的字段较多,采用LZSS算法时第二次重复出现的文本就可以整体取代,从而可以大幅提高压缩率。

4 结束语

采用高效的压缩算法是SigComp框架下压缩SIP协议消息的一种主要方式,当然还可以结合其他SigComp机制来进一步提高压缩比,例如采用动态压缩方式、调整解压内存大小DMS等。另外,SIP信令压缩虽然能有效地缩短IMS系统中的呼叫建立时延,但是会增加无线蜂窝信道的误比特率,导致信令重传的可能性增大。文中主要从压缩算法角度对如何提高数据传输时延进行研究,没有考虑数据重传所带来的时延,如何降低重传产生的时延,有待于后续的进一步研究。

参考文献:

[1] Multiparty Multimedia Session Control (MMUSIC). RFC3261 SIP: Session initiation protocol[S]. [s. 1]: MMUSIC, 1999.

[2] 黄娜,孙强. SIP应用于无线链路的时延分析[J]. 有线电视技术,2007(5):52-54.

HUANG NA, SUN QIANG. SIP applies to the time delay analysis of wireless links [J]. Cable Television Technology, 2007(5):52-54.

[3] 谭启超,魏芳,李鹏飞. 下一代网络IMS中的QoS的研究[J]. 中国多媒体通信,2007(1):58-60.

TAN QI-CHAO, WEI FANG, LI PENG-FEI. Research of IMS in the next generation network QoS [J]. Chinese Multi-Media Communications, 2007(1): 58-60

[4] HANANE F. On SIP session setup delay for VoIP services over correlated fading channels [J]. IEEE Transactions on Vehicular Technology, 2006, 55(2): 286-295.

[5] NETWORK WORKING GROUP. RFC3320 Signaling compression (SigComp) [S]. [s. 1]: The Internet Society, 2003.

[6] HAIPENG J, MAHENDRAN A C. Using sigcomp to compress SIP/SDP message [EB/OL]. [2008-7-3]. <http://ieeexplore.ieee.org/iel5/9996/32113/01494974.pdf>.

[7] ZIV J, LEMPEL A. A universal algorithm for sequential data compression [J]. IEEE Transactions on Information Theory, 1977, 23(3): 145-155.

[8] 钱国祥,孙宏. 数据压缩技术经典[M]. 北京:学苑出版社,1994.

[9] DAI B, WANG F R, KE J S. Performance analysis of signaling using SigComp scheme in narrowband system [C]//3rd IEEE Consumer Communications and Networking Conference. Mykonos Island, Greece: IEEE, 2006.

[10] NETWORK WORKING GROUP. RFC3665 Session initiation protocol (SIP) basic call Flow examples[S]. [s. 1]:The Internet Society, 2003.

[11] 蓝波. 一种改进的LZW算法在图像编码中的应用[J]. 计算机工程与科学, 2006, 28(6): 55-57.

LAN BO. A modified LZW algorithm in application to image coding [J]. Computer Engineering and Science, 2006, 28(6): 55-57.

[12] HANANE F, SHYAM S, RAMJEE P, et al. Optimization of SIP session setup delay for VoIP in 3G wireless networks [J]. IEEE Transactions on Mobile Computing, 2006, 5(9): 1121-1132.

[13] LANSKY J, ZEMLICKA M. Compression of small text files using syllables[C]. Washington, DC, USA: Proceedings of the Data Compression Conference, 2006.

[14] 宋勇,白燕,曾光裕. SIP协议消息压缩算法的研究与探讨[J]. 计算机工程, 2006, 32(6): 275-277.

SONG YONG, BAI YAN, ZEN GUANG-YU. SIP protocol message compression algorithm research and explore [J]. Computer Engineering, 2006, 32(6): 275-277.