维普资讯 http://www.cqvip.com

计算机科学1999Vol. 26№. 9

Internet 上多媒体电子邮件的研究与设计*)

The Research and Design of Multimedia Email on the Internet

姚国祥

(暨南大学信息网络工程研究中心 广州 510632)

Abstract The paper introduces the interrelated protocol and encoding algorithm of the Multimedia Email, discusses the creating, compression storage and synchronism replaying of the multimedia data from the Multimedia Email, and discusses the technical problem about the database management of multimedia data. At last, we design a client software of Multimedia Email under the Email standard protocol, and discuss the design principle and the setup function of the software.

Keywords Multimedia Email, Data Encoding Compression, Synchronism replaying, Multimedia database, SMTP

1. 问题的提出

Internet 为计算机用户提供了一种个人之间的通信方式,从用户的角度来看,Internet 是一套通过网络来完成有效的通信任务的应用程序,其中广泛流传的网络应用服务就是电子邮件。然而,现在广泛使用的电子邮件程序对文本信息的邮件有较好的支持,但对语音、图像、视频等多媒体信息支持较差,随着 Internet 技术的不断发展,以及对通信内容多样化的需求,人们已不再满足于这样单纯的文本通信形式了。因此,多媒体电子邮件的概念便提了出来。目前,国内外对基于广域网的多媒体信息的传送方面,基本上集中在可视电话领域,其应用先决条件是网络的传输速率足够高以保证信息的连续性,而多媒体电子邮件可填补这个不足。多媒体电子邮件的主要特色在于将可视、语音、文字阅读等形式的信息以邮件的方式在 Internet 上传输,从根本上解决因数据传输延时而造成的图像和语音不连续播放和用户守候问题。这在目前网络带宽较窄且在短期又难以改善的情况下,对多媒体电子邮件的研究具有理论和实用两方面的意义。

2. 多媒体电子邮件的原理

多媒体电子邮件是普通电子邮件在形式和内容上的扩充,仍然是电子邮件的范畴,在发送、传输、接收上必须遵守电子邮件的相关协议。

2.1 电子邮件的相关协议简介

在 Internet 上,为了保证电子邮件系统能正常运行,TCP/IP 为电子邮件定义了一组协议,它们有:SMTP 协议,POP3协议和 IMAP 协议等。

(1)**SMTP**(Simple Mail Transfer protocol)协议。即简单邮件传输协议,是一个独立的用户级协议,它用7个二进制位的基本 ASCII 码传送简单信文,它需要一个可靠的数据通道。而 Internet 的 TCP/IP 协议,其数据传输通道规定为8个二进制位的 TCP 数据流,因此,SMTP 的7位编码一律按照最高位为零的8位字节进行传输。当然,如果要传输真正8位字节的汉字编码,则需要用特殊的调制算法,将其转换为7位字节,在接收端再用相反的算法将其复原。简单邮件传输协议的一个重要特点是"中转",即在发送服务器不能直接连接到接收服务器时,会通过路由寻找另一个间接"中转"服务器,并通过它进行转发。不管是"直发",还是"转发",SMTP 都使用同一套指令,从而使整个过程的实现变得简单。

(2)**POP3**(Post Office Protocol Version 3)协议。即邮局协议,该协议定义了客户机如何从邮件服务器上获取邮件的方法,通过一组简单指令和应答实现用户的交互操作,可从邮件服务器上获取邮件

*) 本文获得广东省自然科学基金项目的资助。

维普资讯 http://www.cqvip.com

或者被通知没有新的邮件到达。

(3)**IMAP 协议**。即 Internet 消息通道协议，其功能与邮局相类似，都负责客户机从邮件服务器上获取邮件，所不同的是，POP3服务器要求用户将邮件取回本地的普通客户机上进行维护，而 IMAP 则可以在邮件服务器上直接维护，例如建立不同的邮件夹、邮件分类等，在目前的 Internet 上大多数邮件服务器都采用 POP3而不采用 IMAP 协议。

2.2 多媒体电子邮件标准

以上讨论了普通电子邮件的协议，其格式在 RFC822中定义为只能传送由 ASCII 码组成的文本信息，不支持图像、视频、声音等类型的数据，对二进制文件则是编码成文本文件发送，那么如何传输多媒体信息呢?这必然涉及到多媒体邮件标准。目前已经出现的标准有两个：Internet MIME 协议和 ITU-TS X.400标准，但很多厂商的产品都支持 MIME 多媒体标准，因此，这里就 MIME 作进一步的讨论。

MIME(Multipurpose Internet Mail Extension)是对 Internet 上 RFC822电子邮件的多媒体扩展，在 RFC1341中定义。MIME 规定了在电子邮件的信体中引入其他各种媒体数据的格式，定义邮件文本部分可采用的字符集，使 MIME 邮件的文本具有多种字体，MIME 引入了"内容类型"(Content-Type)域来表示数据的媒体类型。

MIME 定义了两种编码方法：Base64 与 QP (Quote-Printable)，两者使用情况不同，QP 的规则是对于资料中的7bits 无须重复编码，仅8bits 资料转换成7bits。QP 编码适用于非 US-ASCII 的文字内容，例如我们的中文信息，而 Base64的编码规则，是将整个档案重新编成7bits，用于传送二进制文档时使用。

(1)**Quoted-Printable 编码**。适合用该编码法编码的数据应该含有大量的可打印 ASCII 码字符，这种编码方法使得编码后的文本仍具有相当的可读性。Quoted-Printable 编码法遵循以下5条规则：

①被编码的数据以8位的字节为单位，每个字节都可以用等号"="及其十六进制形式来表示。如值12被编码为"=0C"，61被编码为"=3D"。除了符合以下4条规则的数据外，其余数据都必须按这种方法编码。

②如果被编码数据的值在33-60之间，或62-126之间，则该数据可用其值对应的 ASCII 码字符来表示。这部分字符是可打印的，编码后的数据即为7位的 ASCII 码。

③数据9和32对应的 ASCII 字符为制表符 TAB 和空格 SPACE。制表符和空格必须按规则①编码。

④编码行的结束用回车符 CR 和换行符 LF 表示，Quoted-Printable 编码允许回车符与换行符单独出现，也可以以 LF CR 或 CR LF 的顺序相邻地出现。

⑤规则④中的编码行是指所含字符少于1000个、适用于 SMTP 传输协议的编码行，而 Quoted-Printable 编码法要求此编码行被分割为若干段，每段不超过76个字符。

(2)**基64(Base64)编码**。基64编码适用于不可读的8进制数据序列，编码、解码方法比较简单，编码后的数据量比编码前的数据量增加33%。这种编码定义在 RFC1113中。基64编码使用64个 ASCII 码字符，每个字符代表6位数据，其中的等号"="用作编码数据结束时的补0处理。

被编码数据以3个字节即24位为单位，这24位被分为连续的四部分，每部分为6位，第6位用基64字符表中的1个字符表示。基64字符集合为：[A... Z，a...z，0...9，+，/]，它们的编码依次为0到63。

经基64编码后的字节流中每个编码行最多只允许有76个字符。当被编码数据不是24位的整数倍时，要在其末尾补若干个0，并且用等号"="来表示补0的个数，因为被编码数据是整数个字节，所以有以下三种情况：

(1)输入的数据恰好为整数个24位，最后一个24位用4个字符表示，不需要等号；

(2)输入的数据不是24位的整数倍，最后被编码的为8位，编码时需要补16个0，编码输出为2个字符和2个等号；

(3)最后被编码的为16位，编码时补8个0，编码输出为1个字符3个等号。

在基64编码前，文本中的行结束符号要换作回车换行符 CR LF。也有一些邮件系统在基64编码的同时对行结束符号编码。

3. 多媒体电子邮件需解决的关键问题

3.1 多媒体数据存贮结构

在编写多媒体电子邮件客户端软件的过程中，我们发现其中有一个很关键的问题是邮件中各种数据对象的管理、存放与检索问题。由于多媒体数据有数据量大、信息长度不固定、数据具有时序性等特点，一般的数据文件的存贮方法实施起来有一定的难度，所以把多媒体数据的管理转到数据库上。将多

维普资讯 http://www.cqvip.com

媒体数据存入数据库，常用的方法有两种：一是通过传统的文件系统进行，二是使用了数据库引擎中的二进制域类型。

(1)**基于文件的多媒体数据库**。这种方法并不是把实际的多媒体信息存在数据库中，而是将包含多媒体信息的文件位置与名称存在数据库中。这样，可以消除应用程序在需要使用多种不同类型数据库时所存在的不兼容问题，因为在这种情况下，数据库需要支持的域类型只有一种，那就是 Text 或 Alphanumeric 域类型。

一般情况下，基于文件的多媒体数据库的创建比基于 BLOB 的数据库要容易，并且由于只需要处理文本信息，因此，创建和使用这类数据库的代码也比较容易。使用基于文件的多媒体数据库的最大好处是，由于多媒体信息存放在外部文件中，因此外部应用程序可以访问和使用这些多媒体信息，不过这一特点使得数据库的管理非常困难，因为这些文件可以在数据库应用程序之外被删除、移动或改名。

(2)**基于 BLOB 的多媒体数据库**。与基于文件的多媒体数据库不同的是 BLOB(长二进制对象)数据库，在 BLOB 数据库中，实际的多媒体内容或信息被保存在数据库的域中，当包含 BLOB 域的记录被检索时，其信息将被抽取出来并且象其他非多媒体信息一样进行显示。

BLOB 是一种数据库技术。通过此技术，多媒体信息是实实在在地存放在数据库的域中，而不是存放在一个文件中。此外，这种技术还为多媒体信息的存储提供保密机制和公共的空间。有 Visual Basic 采用的 JET 引擎支持 BLOB 域的使用。实际上，JET 引擎支持两种类型的 BLOB 域：Memo 域和 OLE(Binary)域。Memo 域主要用于大文本对象，其中每个记录最多可包含 1.2GB 的信息，OLE 域一般用于大二进制对象，如图像或声音等，其中每个记录最多也可以包含 1.2GB 的信息。另外有许多数据库都直接支持 BLOB 技术，例如数据库 Informix 中就有 BLOB 类型域，对 BLOB 的存贮和检索极为方便。

经过比较，对于多媒体电子邮件来说，采用基于 BLOB 的多媒体数据库是比较合适的，因为用户只要保存单个数据库文件的复本，就能够备份所有的邮件，也不用担心在数据库之外的文件被删除、移动或改名而破坏邮件。所以，本软件的所有邮件数据都是存放在数据库域里面的。

3.2 编码算法的设计

此处的算法是指 MIME 标准定义的两类编码：Quoted-Printable 和 Base64，特别是 Base64 编码。Base64 编码处理多媒体二进制数据的数据量特别大。本软件中的 Base64 的编码速度是 1M 的二进制数据需要时间为 3～4 秒。这样的编码速度对于多媒体电子邮件来说是合理的，因为按照 DSP Group TrueSpeech 格式存放的波形数据，3 分钟语音的数据量还不足 200K，编码过程造成的延时不足 1 秒，用户是可以接受的。但是，对于整个"多媒体电子邮件"来说，这种延时是致命的。这样说一点都不过分，因为加上视频等多种媒体数据的话，一般都有数兆的数据量，软件如果存在长时间的延时，就可以说是没有实用价值、没有生命力的，要解决这个问题，我们认为 Base64 的编码算法应当用汇编语言来写，原因是 Base64 的编码算法的大部分操作都是移位操作，从汇编语言一级来处理移位，能大大减少编码时间。

3.3 多媒体数据库与数据同步

多媒体电子邮件要同时显示视频、图像、文本和播放音频等信息，就需要预先、实时地将这些媒体从多媒体数据库中提取并集成在一起传递给应用程序来播放。媒体的集成要考虑媒体间的时间和空间的同步。

较为流行的处理方法是采用超媒体的形式，超媒体是超文本(HTML)与多媒体的结合，今天 Internet 上的很多网站页面上不再只是文字的介绍，而是集成了多种的媒体元素，如图像、视频、音频等，这种处理多媒体数据的方式可以应用到多媒体电子邮件中组织多媒体数据的播放，多媒体元素可以直接随页面的出现立即同步地播放，也可以通过链接的方式分别激活各个媒体(异步)。通过构造出一个通用的超媒体框架，就可以把各种多媒体数据有机地组合起来，使用户方便地得到完整的多媒体信息。这部分的工作可以只由信宿来完成。信宿分析接收到的邮件包含有哪些多媒体数据，按照预先设计好的超媒体框架来组织多媒体数据的播放，这样的处理办法，使多媒体电子邮件更有通用性。

3.4 视频的采集与处理

目前，市场上有很多用于视频采集的应用程序、可以单独用来采集视频，Microsoft 公司的 Video for Windows 的软件开发工具(SDK)中带有 VIDCAP EXE 和 VIDEDIT.EXE 应用程序，这两个应用程序提供数字视频文件的基本采集与编辑功能，在应用程序中增加视频采集功能之其中一种方法是直接调用 Video for Windows SDK 的应用程序编程接口

维普资讯 http://www.cqvip.com

(API),这种方式要求调用程序直接负责视频的采集,是最灵活的视频采集方式。

数字视频文件必须在采集之后才能播放。Microsoft 公司提供了一套用于数字视频采集的标准应用编程接口(API)和一种标准的文件格式。此文件格式为 Video for Windows 或称作 AVI(Audio-Video Interleaved,交织的音频和视频)。AVI 文件格式符合 RIFF。AVI 文件格式可用于各种采集、编辑和播放数字视频序列的应用程序,典型的 AVI 文件包含多个数据流,不过一般的文件只有一个音频与一个视频流。可以简单地将 AVI 文件看作是一些带有相应的音频数据的位图序列,AVI 文件中数据的组织是由视频采集驱动程序完成的。

3.5 多媒体数据的压缩与播放

数字视频所需的存储空间相当大。例如:PC 机上一幅分辨率为640×480、每象素8位的非压缩位图就需要2457600比特的存储空间,这样,对于播放速率为每秒30帧的非压缩全运动全屏幕视频而言,在没有音频数据的情况下,每秒钟就需要73728000比特的存储空间。这样的数据传输速率已大大超过了现有 PC 机的能力。所以,现实中的视频都是压缩的。Video for Windows 使用"可安装压缩管理器(ICM)"来处理数字视频段的压缩与解压缩。ICM 是 Video for Windows 的一个组成部分,它允许用户选择对视频进行压缩的编码解码器。

在数字视频文件的采集过程中,视频一般按照视频采集驱动程序所支持的某种格式存放到一个连续的采集文件中。这种文件在采集前就已分配好,并且其大小一般为几兆字节,在视频段采集完毕之后,才对该文件的内容进行压缩并以最终的播放格式存放到一个新文件中。

视频的压缩是通过使用编码解码器完成的。一个 PC 系统可同时安装多种视频编码解码器,这样在压缩视频时,就可以从中选择一个进行使用。在播放时,合适的解码器可由 Video for Windows 的播放驱动程序自动地选择。

AVI 中音频的压缩是通过音频压缩管理器 ACM 进行的。音频的采集是声卡完成的。音频采集驱动程序由 Video for Windows 的录音编程接口(Record API)调用,该驱动程序对进入的音频进行采集,并将其存放在 AVI 采集文件中。

4. 多媒体电子邮件的设计

多媒体电子邮件程序主要由发送邮件、接收邮件、系统设置、邮箱处理辅助功能等模块组成,其实现原理如图1所示:

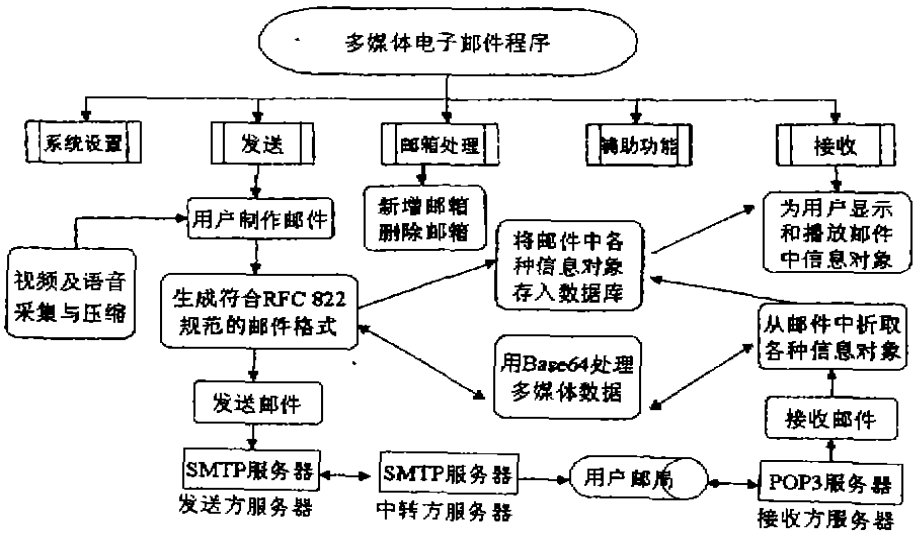

图1 多媒体电子邮件传输原理图

图中 SMTP 和 POP3已在前文所述,它们都是服务器软件,运行在邮件服务器上。SMTP 服务器负责接收待发送的多媒体邮件,并发送至目标邮件的 SMTP 服务器,并由它写入用户邮箱。用户获取该邮件,则必须通过 POP3协议,从 POP3邮件服务器上获取。当然,若用户客户机上装有 SMTP 服务器软件,则可直接获取邮件而不必通过 POP3协议。另外,发送方服务器能直接连接到接收方服务器,则不

维普资讯 http://www.cqvip.com

必由中转服务器中转，中转服务器也是一个 SMTP 邮件服务器。多媒体电子邮件程序模块功能简述如下：

(1)**系统设置** 用户设置 SMTP 服务器的域名和 IP 地址、用户的电子邮箱地址、用户档案信息以及多媒体数据的编码方法等系统信息。

(2)**邮件发送** 在用户发送多媒体邮件之前，必须制作一个多媒体邮件，这里包括视频及语音信息的采集与压缩，生成一个符合 RFC822规范的邮件格式，并将其中各种信息对象存入多媒体数据库，用基64编码对该多媒体数据进行处理，从而形成一个符合 SMTP 协议的多媒体电子邮件，最后将其发送到 SMTP 邮件服务器。

(3)**接收邮件** 用户从 POP3服务器获取多媒体电子邮件，由于该多媒体邮件不能直接显示，因此必须进行处理：首先从邮件中析取各种多媒体对象，用基64编码对多媒体数据库进行处理，并将这些数据存入多媒体数据库，再根据这些多媒体数据为用户播放和显示邮件中的多媒体对象。

(4)**邮箱处理** 用户原始邮箱有3个：接收邮箱、发送邮箱和垃圾邮箱。它们分别用来存贮接收、已发送和删除的多媒体邮件副本，用户也可以根据需要建立新的邮箱或删除自己建立的邮箱。

(5)**辅助功能** 辅助功能包括用户地址薄、用户签名(包括多媒体信息签名)、邮件转存、分类以及多媒体格式转换等等。

结束语 在 Internet 上，电子邮件已成为人们不可缺少的通信工具，但人们所殷切盼望的多媒体电子邮件目前还处于研究开发阶段。本文所设计的多媒体电子邮件在许多关键技术方面都作了有益的探讨，所研制的多媒体客户软件已在中文 WIN98环境下实现。用 VB、VC 和汇编语言编程，其设计的大部分功能已经实用化，并开始试运行。但全部功能的整体离人们对多媒体电子邮件的期望还有一段距离，我们将在这一领域作进一步的努力，特别是在多媒体数据的存贮、压缩和同步播放方面，作进一步优化，使多媒体邮件技术完全实用化。

在软件的编程方面，区庆彬和叶菲同学作了一定的工作，在此表示感谢。

参 考 文 献

1 Freed N et al. Multipurpose Internet Mail Extensions Part Four: Registration Procedures. RFC 2048, Nov. 1996

2 Postel J. Simply Mail Transport Protocol (FRC821). 1982.8

3 Myers J. Post Office Protocol-Version 3 (rfc1939). 1996.3

4 巩志国，等. 多媒体数据库系统的体系结构. 计算机科学，1998，25(6)

5 郑庆华，等. 多媒体数据库的主要问题、研究内容与实现方法. 计算机工程与应用，1998.1

6 石岩，等. 计费邮件服务器研究与实现. 计算机工程与应用，1998.12

7 陈坚，陈涛 Windows 95多媒体应用程序设计技术 西安电子科技大学出版社. 1997.3

8 ftp://ftp.isi.edu/internet-drafts

(上接第86页)

类属构件被应用于 DSSA 构件模型的构造中，其中支持构件协作交互的分布构件总线已经得到应用的验证，元数据成功地被用于参数化构件的分布拓扑结构、构件组服务的配置和外部请求的指派策略，从而使得由上述 DSSA 开发的构件应用能够在运行时(不需中止运行并重新编译、链接和装入)动态配置，这种能力正是关键应用系统的开发所需要的。

参 考 文 献

1 Mili H, Mili F, Mili A. Reusing Software: Issues and Research Directions. IEEE Trans. Software Engineering, 1995, 21(6): 528～561

2 Unified Modeling Language Summary Version 1.1, Rational Software Corporation, Sept 1 1997

3 Unified Modeling Language Notation Guide Version 1.1, Rational Software Corporation, Sept 1 1997

4 D'Alessandro M. et al. The generic reusable component-An Approach to Reuse Hierarchical OO Designs In. Proc. Advances in Software Reuse. Los Alamitos, California: IEEE Computer Society Press, 1993. 39～46

5 李景峰. 基于可重用构件的软件开发模型：[硕士学位论文] 西安：西安电子科技大学，1999

6 Goldenberg A, et al. Smalltalk-80: The language and its implementation. Addison-Wesley, 1983