

基于 MFC 的 SWF 动画文件解析设计*

鲁云飞¹, 何明华²

(1.福州大学 电气工程与自动化学院, 福建 福州 350108;

2.福州大学 物理与信息工程学院, 福建 福州 350108)

摘要: 提出了以 MFC 为开发工具对 SWF 动画文件进行解析开发, 在分析 SWF 动画文件头结构和标签结构的基础上, 设计了 SWF 动画文件的解析流程, 并利用 MFC 优越的 C++ 语言编程性能, 在 VS 2005 开发平台上实现了对 SWF 动画环境、动画元素等信息的读取, 为嵌入式 WinCE 操作系统下 Flash 播放器的研制奠定了坚实的基础。

关键词: SWF; 解析; 文件结构; MFC; VS 2005

中图分类号: TP391

文献标识码: A

文章编号: 1674-7720(2011)17-0040-04

Design of SWF animation files parsing based on MFC

Lu Yunfei¹, He Minghua²

(1.College of Electrical Engineering and Automation, Fuzhou University, Fuzhou 350108, China;

2.College of Physics and Information Engineering, Fuzhou University, Fuzhou 350108, China)

Abstract: This paper proposes the design of SWF animation file parsing using MFC development tools. By introducing the file header structure and tag structure of SWF animation, this paper designs the parsing process of SWF animation documents, and obtains SWF animation environmental information and element information on VS 2005 development platform by using the superior performance of C++ programming language of MFC, and establishes a solid foundation for the development of flash player on embedded WinCE operating system.

Key words: SWF; parse; file structure; MFC; VS 2005

SWF 作为 Flash 动画文件的一个重要分支, 是嵌入网页或独立播放的 Flash 影片压缩格式, 具有非常优秀的压缩性、传输性与交互性, 且因其能将矢量图、位图、音频、视频和深一层交互动作等有机地、灵活地结合在一起, 所以该矢量图形文件格式的动画具有美观、新奇、交互性强的效果^[1]。伴随着 Flash 技术的不断发展, SWF 动画以其众多的优点被人们广泛应用于生活的方方面面, 特别是在娱乐方面, 更是占有相当大的市场^[2-3]。同时, 随着嵌入式技术的迅速发展, 人们对生活娱乐的需求越来越大, 其要求也越来越高, 如对娱乐设备的便携性需求。然而, 纵观国内外, 嵌入式设备对 SWF 动画播放的支持存在很多不足, 特别是嵌入式 WinCE 设备。因而, 研究与解析 SWF 动画文件以获取文件中各个元素信息及识别动画信息, 具有更加现实而迫切的意义。

目前, 已有人在对 SWF 动画文件开发上投入大量时间与精力, 但大多是用其他开发工具进行开发, 如借用具有强大数据库支持的 Delphi 为开发媒介^[4]。嵌入式系统对编程语言的限制, 使得如将以 Pascal 编程语言为媒介的 Delphi 开发平台开发的 PC 应用程序移植到嵌入式系统中, 其难度及工作量将大大增加, 不利于其后续的开发与研究; 而 MFC 是微软基础类库, 提供了所有一般 C++ 编程的优点, 且封装了成千上万行正确、优化和功能强大的 Windows 代码, 能极大地加快程序开发速度及简化开发工作量, 同时 MFC 还具有良好的移植性能^[5-6]。因而, 考虑到后续在嵌入式 WinCE 操作系统上开发 SWF 动画播放器, 本文在分析与研究 SWF 动画文件的基础上, 充分利用 MFC 的众多优点, 以 VS 2005 为开发平台, C++ 语言为编程工具, 实现了对 SWF 文件的解析与文件信息的读取, 并利用 MFC 界面窗口的人性化, 构建

* 基金项目: 福建省新世纪优秀人才支持计划(XSJRC2007-26)

了一个简洁而直观的窗口对文件的解析信息进行显示。

1 解析方法设计

1.1 SWF 结构简析

SWF 文件主要由文件头和多个标签组成,且最后以一个结束标签(End Tag)结束^[7]。SWF 文件的文件头具有一个标准格式,即包括了 SWF 文件的标识符、版本号、文件大小、影片尺寸、帧速率以及文件总帧数等信息,如表 1 所示。

表 1 SWF 文件头结构

字段	数据类型	说明
标记位	UI8	为“F”或“C”
标记位	UI8	均为“W”
标记位	UI8	均为“S”
版本号	UI8	记录文件版本
文件长度	UI32	记录文件的总长
显示区域	RECT	记录文件帧的尺寸大小
帧速率	UI16	以 8.8 定点格式记录帧的速率
总帧数	UI16	记录文件的总帧数

而文件标签则主要包含标签头和标签数据两个部分信息。标签的数据部分紧跟在标签头后,承载了该标签所有的数据信息;标签头则主要包含标签类型(即标签的 ID 值)两方面的信息和该标签的长度。由于长度大小的差异,标签头存在短格式和长格式两种格式,详见 2.2.2。当按照各自的功能划分时,又可将 SWF 文件中所有的标签划分为描述标签和控制标签。描述标签描述了 SWF 影片的内容,如形状、文本、图像、声音等;而控制标签可以对描述标签所定义的元素进行操作,以控制动画的播放。

1.2 解析工程架构设计

简单分析 SWF 动画文件结构后,现对整个解析工程架构进行设计。图 1 所示为所设计的 SWF 文件解析工程整体构架图。该架构主要分为工程平台搭建与解析工程实现两大部分,前者为整个项目的基础,后者则是核心。

对于一个 SWF 文件而言,由于文件头信息是固定的,但其标签远不止一个,因而在解析工程实现进程中,解析数据的显示实现采用了分开显示的方法,即对于文件头数据边解析边显示;而对于标签数据则是边解析边存储,当所有标签全解析完成后显示。

2 解析的实现

MFC(Microsoft Foundation Class Library)实现了对应用程序概念的封装,能为 Windows 应用程序开发提供程序控制框架,并能完成一定的预定义或事件和消息处理等。根据图 1 所示的解析流程图,在 VS 2005 程序开发平台下利用 MFC 编程实现对 SWF 文件的解析。

2.1 工程平台搭建

在 VS 2005 开发平台上,新建一个基于对话框的

MFC 项目工程,图 2 所示为新建项目工程中的一个工程设置界面。

项目工程设置完毕后,为方便而直观地呈现本应用程序的解析结果,本文在对 SWF 文件进行解析前,先对应用程序显示界面进行了设计。该界面设计主要分为功能按钮和窗口显示两个部分。功能按钮部分实现“打开”、“退出”、“确定”以及“取消”等操作,而窗口显示部分则完成对 SWF 文件解析信息的显示功能。

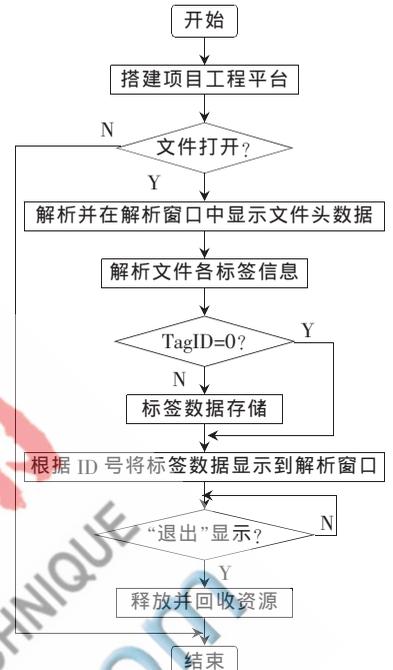


图 1 解析工程整体构架



图 2 工程项目设置

2.2 解析工程实现

当搭建完项目工程平台并设计完应用程序显示界面外观后,接下来进行本项目工程的核心工作——实现 SWF 文件解析。此处涉及显示界面通信与解析主程序两方面的程序编写与功能实现,其中,解析主程序为本项目工程的重点部分。

2.2.1 显示界面的通信

显示界面主要是与解析主程序通信,以实现 SWF 文件解析完成后的结果显示。为减小通信操作的复杂度,在程序编写时充分使用 MFC 所封装的消息机制及程序参变量存储等方式,将文件解析所得数据传送到显示界面相应显示部分。

以 SWF 文件的选中与打开为例,显示解析界面部分主要通过编程使用 MFC 中封装的 CFileDialog 类,定义一个文件对话框对象 lpszOpenFile 来完成对 SWF 文件的过滤选取操作。当点击界面中的“打开”按钮在过滤框中选中需解析的 SWF 文件后,再点击界面中的“确定”按钮,lpszOpenFile 实例化对象就可通过 MFC 封装的消息机制

返回得到已选中打开 SWF 文件的路径参数。将此路径作为参变量传入到解析主程序的文件打开接口后,即可在文件解析主程序中实现对 SWF 文件打开、存盘及后续的数据解析操作。

2.2.2 解析核心的实现

如上,解析主程序开始前,先将解析界面已选中的 SWF 文件以二进制读写方式打开。文件被成功打开之后,开始完成 SWF 文件解析的第一步——文件头解析实现。

如表 1 所示,SWF 文件头一般以 0x46、0x57、0x53 (FWS) 或 0x43、0x57、0x53 (CWS) 开始。使用 Windows API 函数 fread 读取并存储文件头的前 3 个字节,若该字节内容为“FWS”,则表示未被压缩;否则,则表示文件被压缩过,此时如要正确解析该文件,就需要先调用 ZLIB 解压包,对从文件头第 9 个字节直至文件结束的所有数据进行解压,解压还原后的数据操作即与“FWS”所对应数据处理相一致。

紧接文件头前 3 个字节处理之后的数据操作如下:读取 1 B 的版本号信息及 4 B 的文件长度信息,以及帧尺寸 RECT 数据。其中,RECT 型数据是从第 9 个字节开始的,其数据结构如表 2 所示。由于该类型数据大小不确定,因而该部分数据的分析很关键。分析及计算 RECT 数据占用总字节大小过程如图 3 所示,式(1)为 $Buff2$ 大小的计算方法。

表 2 帧尺寸 RECT 的数据结构

字段	数据类型	说明
所需位数	nBits=UB[5]	记录后面 4 个值的存放位置
Xmin	SB[nBits]	X 方向最小值
Xmax	SB[nBits]	X 方向最大值
Ymin	SB[nBits]	Y 方向最小值
Ymax	SB[nBits]	Y 方向最大值

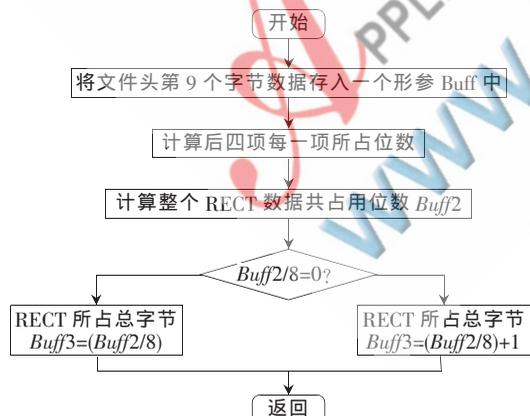


图 3 RECT 数据占用字节计算

$$Buff2 = 5 + Buff2 \times 4 \quad (1)$$

由于该段数据存储内容使用 twip (1 pixel=20 twips) 为单位,因而还需对读取的 $Buff3$ 个字节长度的数据进行相应计算处理,将其最终还原为 SWF 动画文件编码前的帧尺寸数据。紧接此后,将帧速率数据读取出来,并

使用 Ctring 类中小数点操作成员函数 Format 对读取的数据进行相应的小数点格式化,以得到文件帧速率。最后为帧总数大小数据处理,此时只需紧接帧速率数据后读取两个字节数据并进行相应存储即可。

其次,则是对 SWF 文件标签解析的实现。此时,要想解析工作准确无误地展开,就需先解决长、短标签头的问题。所谓短标签,其紧跟的标签数据总长度小于或等于 62 B,其标签头结构如表 3 所示。而长标签头结构如表 4 所示,其前 16 bit 数据结构与短标签头结构相似,其后的一个无符号 32 bit 数据才是该标签头后紧跟的标签数据实际长度。

表 3 短标签头结构

字段	数据类型	说明
标签编码和长度	UI16	高 10 bit: 标签类型; 低 6 bit: 标签实际长度

表 4 长标签头结构

字段	数据类型	说明
标签编码	UI16	高 10 bit: 标签类型; 低 6 bit: 全 1, 即为十进制数据 63
长度	UI32	标签实际长度

依据表 3、表 4 结构规则及各标签在文件中出现的先后次序,依次将各标签的 Tag 类型号、数据长度及偏移字节数等信息读取出来,并做相应处理,处理流程如图 4 所示。

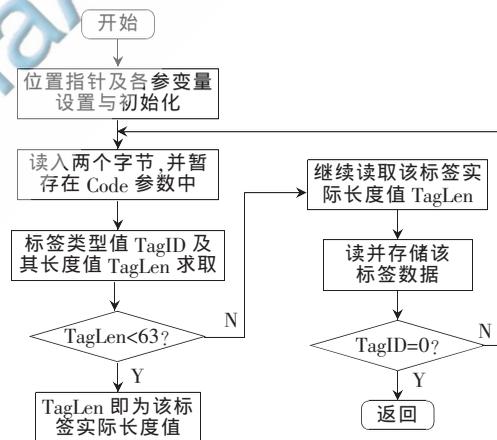


图 4 Tag 解析流程

其中,标签类型值计算如式(2)所示。而标签长度则需进行“与”操作以取出参变量 Code 中数据的后 6 bit 数据,且如该标签为短标签时,标签的实际长度即为“与”操作后的数据值,即 $TagLen = Code \& 0x3F$,否则,则需从读取 Code 参变量后的位置开始继续向后读取 4 个无符号的字节数据,作为该标签的实际长度。

$$TagID = Code \gg 6 \quad (2)$$

解析主程序着重从文件头与文件标签两方面完成对 SWF 文件的解析,并通过 MFC 的消息反馈机制及参

数传递完成了与显示窗口通信,实现了对所得解析数据的显示。当然,在主程序编程过程中,需特别注意文件数据读取中位置指针及偏移量的改变,同时,为减少频繁更新偏移量与指针定位操作,本文在必要时使用了指针变量替代单个参变量存储的方法,既确保数据的准确读取,又有效减少了读取的工作量。

3 性能测试与分析

3.1 界面介绍

为方便而直观地查看本设计的解析效果,本文充分利用 MFC 面向对象编程方法的优越性能,将解析结果以人性化的对话框形式展现出来。其界面主要包括以下几个方面:Header 信息显示、Tag 数据信息显示及基本操作按键。其中,标签数据信息显示部分则包括两部分内容,即当前标签数据信息的显示和下一标签数据基本信息的显示。

3.2 测试结果与分析

本文以一个 SWF 格式的网络动画文件为测试对象,用二进制查看器 UltraEdit 查看该测试文件的部分数据,如图 5 所示。而用所开发的软件解析程序对该测试动画文件进行解析后,其实现效果如图 6 所示。

当前解析标签信息 帧尺寸 RECT 数据信息

```

00000000h: 06 57 25 07 8E 55 09 0d 76 00 05 E1 09 00 10 71 ;
00000010h: 0C 3B 04 43 02 FF ;
00000020h: 7F 05 26 5A 00 00 01 00 FF D9 FF D8 FF D8 ;
00000030h: FF E0 00 10 4A 96 49 46 00 01 02 01 90 48 00 48 ;
00000040h: 00 00 FF D8 00 43 00 0A 07 07 08 07 06 0A 08 08 ;
00000050h: 08 0B 0A 0A 0B 0E 18 10 0E 0D 0E 1D 15 16 11 ;
00000060h: 18 23 1F 25 24 22 1F 22 21 26 2B 97 2F 26 29 84 ;
00000070h: 29 21 22 30 41 31 34 39 3B 3E 3E 3E 25 2E 44 49 ;
00000080h: 43 3C 48 37 3D 3E 3B FF DB 00 43 01 0A 0B 0B 0E ;
00000090h: 0D 0E 1C 10 10 1C 3B 28 22 28 3B 3B 3B 3B 3B ;
000000a0h: 3B ;
000000b0h: 3B ;
000000c0h: 3B ;
000000d0h: 08 01 C1 02 58 03 01 11 00 02 11 01 03 11 01 FF ;
000000e0h: C4 00 1B 00 01 01 00 03 01 01 01 00 00 00 00 ;
000000f0h: 00 00 00 00 01 00 02 03 05 04 06 07 FF C4 00 3C ;
00000100h: 10 00 02 02 01 03 03 02 05 01 06 04 05 04 03 00 ;

```

图 5 测试文件的部分二进制信息



图 6 解析效果

通过对图 5 中数据进行分析,可得该测试动画文件的信息:文件的版本为 7.0,总帧数为 1 083 帧,文件总大小为 611 726 B,且其播放时的帧频为 12.0 帧/s,画面尺寸大小为 602 Pixel×420.9 Pixel。图 6 显示了该测试文

件的头数据信息及 TagID 为 18 的标签数据。当点击 TagID 后的下拉菜单时,可对随意选取的测试文件中任意标签数据信息进行显示。因而,本设计软件解析出来的数据信息与以上分析所得相一致,且数据参看操作便捷。由此可见,本设计已成功对 SWF 动画文件进行解析,且解析数据精准,效果理想。

本文以 MFC 编程为手段,在简析了 SWF 动画文件结构后,充分利用 MFC 高效的编程效率及一系列优秀性能,在 VS 2005 开发平台上重点实现了对 SWF 动画文件头及文件标签的解析。在此基础上,利用 MFC 直观而便捷地将解析与提取的 SWF 动画文件信息在对话框窗口上进行了显示。随着嵌入式技术的迅速发展及人们日益增长的生活娱乐需求,在便携的嵌入式设备上实现对功能强大的 SWF 动画文件播放功能开发变得越来越迫切,而本文基于 MFC 对 SWF 动画信息进行解析开发,为嵌入式 WinCE 操作系统上 SWF 播放器的设计奠定了坚实基础。

参考文献

- [1] Yang Jun, Li Qing, Liu Wenyin, et al. Searching for Flash movies on the Web: a content and context based framework [C]. Internet and Web Information Systems, 2005:1-27.
- [2] 李丽华,毛淑华,魏树全.基于嵌入式应用的 SWF 文件文本信息的提取研究[J].长沙大学学报,2010,24 (2): 65-67.
- [3] SWAMINATHAN A. Creating interactive and reusable learning contents using Flash and XML to make E-learning interesting. ITE TEACHERS' CONFERENCE,2005:1-7.
- [4] 曾益民,叶汝强.使用 ActiveX 控件实现对 Flash 电影的支持[J].计算机应用研究,2000(8): 66-76.
- [5] 甄力,郭宝增.MFC 中的消息映射和命令传递[J].计算机与数字工程,2005,35(7): 46-48.
- [6] 范跃华,张素芹,徐飞.基于 WinCE 平台的应用程序移植研究[J].西安工业大学学报,2007,27(1): 91-94.
- [7] Adobe Systems Incorporated.Macromedia Flash (SWF)File Format Specification Version [EB/OL]. <http://www.macromedia.com/support/documentation/doctypes.html>.2008-11.

(收稿日期:2011-06-23)

作者简介:

鲁云飞,女,1986 年生,硕士研究生,主要研究方向:嵌入式系统设计。

何明华,男,1971 年生,教授,博士生导师,主要研究方向:嵌入式系统与系统级芯片设计。