

面向 DTV 的嵌入式中间件研究与实现*

雷 宇, 谷建华, 倪红波

(西北工业大学 计算机学院, 陕西 西安 710072)

摘 要: 在数字电视(DTV)系统中, 如何解决异构平台和操作系统对上层应用支持的问题, 是实现数字电视普及的关键。数字电视中间件作为一种采用组件思想设计的软件, 具有实时嵌入式特性, 符合数字电视系统对效率和资源的要求及限制。它使多媒体应用能在不同硬件厂商开发的数字电视平台上运行, 实现了应用程序“一次编写, 多处运行”的思想, 降低了数字广播服务运营的成本, 用更少费用能享受到更加丰富多彩的数字化服务。

关键词: 数字电视; 中间件; DVB-MHP

中图法分类号: TN914 文献标识码: A 文章编号: 1001-3695(2006)12-0354-03

Research on Embedded Middleware and Its Implementation Oriented DTV

LEI Yu, GU Jian-hua, NI Hong-bo

(College of Computer, Northwestern Polytechnical University, Xi'an Shanxi 710072, China)

Abstract: In the DTV system, it is a key problem how to let applications run in a transparent environment without caring about the detail of the infrastructure, such as different operation systems and hardware. The real-time embedded middleware can resolve such a problem. It allows multimedia applications to run in different infrastructure and help applications to write once, run everywhere. Meanwhile, it reduces the cost of the management of the digital broadcasting and let the customers spend less money in enjoying digital services.

Key words: DTV; Middleware; DVB-MHP

1 引言

随着后 PC 时代的到来, 计算机技术被广泛应用到社会生活的各个方面, 计算技术也不再局限于传统的科学计算, 而是发展到包括科学计算、数据存储、数据处理和信息服务等领域, 数字化的浪潮正在席卷全球。数字化家庭的概念也随着这一潮流而到来, 最先进入我们视野的是目前极具市场前景的数字电视。数字电视接收端是数字电视系统的重要组成部分, 数字电视中间件是其核心技术。一个完整的数字机顶盒系统由下而上分为硬件、嵌入式操作系统、中间件和应用软件四层。中间件位于机顶盒的硬件驱动程序和实际操作系统之上, 数字交互业务应用程序之下。作为一种多功能、经济可靠的软件平台, 中间件所具有的交互性、可升级性、稳定性、简便操作和开放式标准等特征, 为数字电视接收机提供了技术支持^[2]。

2 DVB-MHP 标准分析

2.1 DVB-MHP 标准简介

对于不同的中间件系统而言, 会针对下层驱动资源模块和上层应用编程提供不同的接口, 因此一般情况下不同的系统之间是不能互通的。在数字电视业务的不断拓展过程中, 人们逐渐认识到制定统一的应用程序接口的重要性。可以说, 中间件

技术的发展与中间件标准的制定进程是同步的^[3]。

在当今世界上, 主流的数字电视中间件标准主要有欧洲的 DVB-MHP 标准、美国 OCAP 标准和日本的 ARIB 标准等, 其中得到广泛应用的是 DVB 组织提出的基于 Java 虚拟机的 MHP 中间件标准。中间件允许不同应用开发商使用同一平台(称为水平市场)。同时, 不同层次的运营商(称为垂直市场)能单独操纵整个运作。为此, MHP 标准主要定义数字电视中间件的整体结构、传送协议、内容格式、Java 虚拟机和 DVB-J APIs、安全性和各层的细节。

MHP 标准定义了一组较为完整的、标准的应用程序接口。这些接口对数字电视音频、视频、业务信息以及数据广播等应用进行封装, 为数字电视广播接收端的软件部分的开发提供了跨操作系统和硬件平台、层次化和模块化、可扩展的接口, 使应用程序独立于操作系统和硬件平台。

2.2 MHP 标准的主要组件^[5]

(1) 核心 Java

DVB-J 平台的核心是 Java 虚拟机和许多定义在规范中的核心 Java 包。核心包包括 Java.lang, Java.util, Java.io。Java.net 的一部分也包括在其中。同时, 核心包也包括用于支持轻量级组件的 Java.awt 包。这就意味着包括组件类、容器类、图形类和 Java 1.1 版本中较新的时间模型。

(2) 应用管理器

MHP 标准的应用管理模块完成对系统中运行的应用进行管理的功能。应用管理器允许数字电视系统中并发运行多个

应用。系统加电启动之后,应用管理器就开始自动运行直至系统被关闭。在系统运行的过程中,应用管理器就一直在后台运行以便完成系统管理功能,如对本地应用和广播应用的生命周期管理、访问系统资源管理以及各类事件处理等。

(3) JavaTV 和 JMF

MHP 标准中包含的许多 Java 包是从 SUN 公司的 Java TV 规范中选出来的。其中一个包是服务选择 API,它允许一个应用像一个实体一样开始一个电视服务的表示,而无须担心服务的精确内容。这一点对电子节目指南相当有用。另外一个 Java 包是 JMF(Java Media Framework)库,它允许应用表现并控制实时流媒体,如来自广播网络的视频和音频流。

(4) HAVi

MHP 标准包含了来自于 HAVi(Home Audio/Video Interoperability)协会的用户界面 API,这是为了提供对电视特殊的用户界面功能。它包括一个与电视有关的控件集和一个一般的框架结构,这个框架结构提供对一些需要确定视频和图形关系的部分的定位。

(5) DAVIC APIs

在 MHP 标准中,另一个 Java 包的来源是 DAVIC(Digital Audio Visual Council)。这个包主要用于 MPEG 传输和相关的主题,如调谐和条件访问(ConditionalAccess)。许多 DAVIC 定义对 JMF 的扩展也包括在其中。

综合以上对数字电视中间件标准的分析,结合我国的实际情况,同时考虑到所采用技术的成熟度,采用 MHP 标准作为数字电视中间件设计标准是较为合适的选择。因为 MHP 标准不但得到了广大电视制造商和许多电视节目运营商的支持,而且基于它的中间件已经在较广的范围内研究了多年,具有较成熟的体系架构和技术,符合数字电视广播技术发展的主流方向。

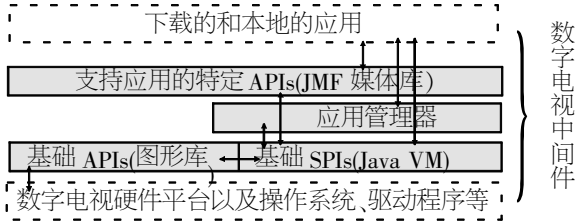
3 数字电视中间件的设计与实现

我们课题的目标硬件平台采用 ATI 公司设计生产的 Xilleon220 目标机,主要配置包括 300MHz MIPS 处理器一个,16MB 内存,IDE 外挂硬盘一个,MPEG-1 和 MPEG-2 视频/音频解码芯片,AC3 音频解码芯片。操作系统选取了经过裁减的嵌入式 Linux 系统。根据应用和系统的需要,我们设计的数字电视中间件系统主要包含基础 APIs(图形库和 Java VM)、应用管理器、应用支持 APIs(JMF 媒体库)及面向数字电视的本地应用(如电子节目指南及电视字幕等),如图 1 所示。其中图形库负责图形的绘制,Java 虚拟机负责 Java 程序的解释和执行,应用管理器实现了系统资源管理、应用生命周期控制和用户输入事件控制,JMF 媒体库实现了媒体控制、广播数据的访问。在具体的实现过程中,所涉及到的核心技术如下文所述。

3.1 QT/E 图形库的移植

考虑到 QT/Embedded 的跨平台性以及其本身符合中间件组件化的设计思想,在数字电视中间件的研究中,采用它作为对上层应用提供支持的图形库。QT/Embedded 库是基于 FrameBuffer 设计的,通过 mmap() 系统调用把 FrameBuffer 映射到进程地址空间作为显存的抽象,QT/Embedded 库绘图函

数可以直接对 FrameBuffer 进行读写,从而实现对显存的操作。这种机制对于绘图是非常方便和高效的。



但是我们的目标平台并没有提供 FrameBuffer 接口,而只提供了简单的图形函数,如绘制点、线等图形。在需要比较复杂的图形功能时,就不能满足要求,而需要使用成熟的图形库(如 QT/Embedded 库)提供支持。由于不能使用 FrameBuffer,就必须对图形库进行改造。

解决思路是:对硬件提供的图形函数进行封装,以符合图形库内部的调用接口,同时,修改图形库绘图类中的方法,剥离对 FrameBuffer 的依赖,加入封装后的图形函数。在整个移植过程中,考虑到 QT/Embedded 库的完整性,只作水平层面上的添加,即增加对于无 FrameBuffer 接口的硬件的支持。这样既保存了原有的功能,又适用于无 FrameBuffer 的硬件平台。

3.2 Java 虚拟机的移植和裁减

在数字电视系统中,Java 虚拟机作为中间件中基础 APIs 的一部分,向上提供应用程序接口,向下访问操作系统和硬件,它负责解释并运行 Java 应用程序。考虑到软硬件资源的要求和限制,我们选择了开放源码的嵌入式 Java 虚拟机 Kaffe。

在 Kaffe 系统中,与目标系统相关的文件被置于 ./kaffe/config 目录下。不同的处理器均有对应的子目录,如 i386, MIPS, Alpha 等。在各处理器子目录下,分别是 Kaffe 针对该处理器所能支持的操作系统类型,这层目录下的文件描述各操作系统的特点。如果是 Kaffe 不支持的目标系统,可以增加子目录,并仿照已有的描述文件对新平台进行描述。为了兼容目标硬件平台,对 Kaffe 中的相关汇编程序作了适应性的改造。

Kaffe 的 AWT 需要底层图形库的支持,我们选取了嵌入式图形库 QT/Embedded,而 Kaffe 本身也提供了对 QT/E 的接口,这无疑减少了工作量。通过配置文件 src/tools/qfeatures.h 和 src/tools/qconfig.h 对图形库进行裁减定制。

由于 DTV 机顶盒嵌入式系统不可能支持所有的标准 Java2 类库,因此要对 Java 类库作裁减,使之既满足应用需求,又适合硬件资源约束,适应较小内存的需要。通过分析 ~/libraries/ 目录下的类文件目录,我们发现 Javalib 中有一些类文件在 DTV 机顶盒的应用中可能是多余的。因此通过修改相应目录下的 Makefile.in 文件来进行精简,以达到简化 Kaffe 和适应 DTV 机顶盒硬件约束的目的。

3.3 应用管理器的设计与实现

应用管理器是数字电视系统软件的一部分,它位于 Java 虚拟机和支持本地应用的基本 APIs 之上,统筹管理数字电视中的各种应用。当数字电视启动后,它就自启动并常驻于本地,直到关闭数字电视后才结束运行。应用管理器使用从传输流中提取的 AIT(Application Information Table,应用信息表)中

的信息对应用进行管理,并安排系统资源。

应用管理器主要由资源管理、Xlet 应用管理和事件处理三部分组成,如图 2 所示。应用管理器是整个数字电视执行应用程序的主要入口点,只有应用管理器才能激活应用程序,它管理器还包含一个 XletContext 接口,该接口用于与应用进行交互,获取应用的状态。

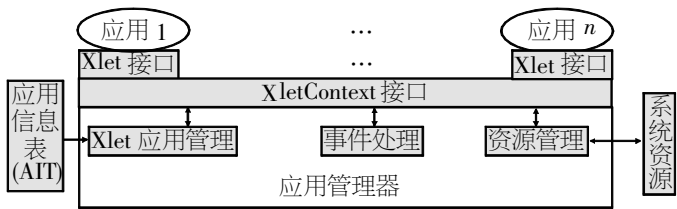


图 2 应用管理器结构

在 Xlet 应用管理的实现中,为了能同时运行多个 Xlet 应用,每个 Xlet 应用设计成系统级的线程,并且它们的活动状态均遵循 Xlet 应用生命周期模型。在系统运行时,应用管理器维护一张 Hash 表,该表用于记录 Xlet 应用的状态。这样,使得在数字电视系统中的应用能够有序而高效地执行,并提高了系统的运行效率。

用户事件由应用程序监听,获得事件后根据具体应用处理方式的不同会发出不同的事件信号给应用管理器,然后由它来对应用进行控制。应用管理器中的事件处理模块在接收到来自用户的信号后,会依据信号内容做出相应的动作。

为了有效地管理资源,避免因资源竞争而引起混乱,也避免因某一应用恶意占用资源而造成其余应用无法继续,应用管理器采用 Client/Server 模式的资源分配和管理机制。此机制包括资源客户(Resource Client)(即应用)、资源服务器(Resource Server)(在应用管理器中实现)、资源代理(Resource Proxy)三部分。另外,应用支持 APIs 在数字电视中间件中直接支持本地或下载的应用运行,它包括一些对下层硬件操作的

JNI 调用、对业务进行选择 and 操作的控制接口,以及用于媒体播放的媒体库 JMF(Java Media Frame)。

4 结束语

本文分析了三大主流数字电视中间件标准之一的 DVB-MHP 中间件标准,并依据 MHP 标准提出了我们的数字电视中间件设计思想,包含基础 APIs、应用管理器、应用支持 APIs 等。之后根据该设计,基于 ATI Xilleon 220 硬件平台和嵌入式 Linux(Kernel 2. 4. 7-10) 操作系统,完成了一个基本的数字电视中间件软件平台。经测试,该平台能够很好地支持本地 ts 文件以及实时节目流的播放。

参考文献:

[1] 陈倩. 中间件技术在数字电视中的作用[J] . 中国有线电视, 2002, (8) : 21-22.

[2] 鲁业频,陈兆龙. 数字电视中间件及其现状分析[J] . 电视技术, 2004, (1) : 19-21.

[3] 廖洪涛. 数字电视中间件系统的技术标准及相关产品[J] . 信息技术与应用, 2003, (5) : 18-21.

[4] 马延珂. 数字电视中间件技术[J] . 北京广播学院学报(自然科学版), 2003, 10(1) : 13-17.

[5] DVB Consortium. DVB Multimedia Home Platform(MHP) Specification 1. 1 [EB/OL] . <http://www.mhp.org/documents/Ts102812.V1.2.1.zip>, 2004-06.

[6] 王立冬,张凯. Java 虚拟机分析[J] . 北京理工大学学报, 2002, 22(1) : 60-63.

作者简介:

雷宇(1982-), 男,安徽亳州人, 硕士研究生, 主要研究方向为网络化嵌入式计算; 谷建华(1965-), 男, 陕西西安人, 教授, 博士, 主要研究方向为嵌入式计算; 倪红波(1975-), 男, 陕西西安人, 博士研究生, 主要研究方向为网络化嵌入式计算。

(上接第 350 页)

4 结论

本文介绍了一种骨骼蒙皮动画的实现方法。将关节动画和单一网格动画结合起来,其本质实现过程是在骨骼驱动下的单一皮肤网格变形动画,因为计算一个顶点受到几根骨骼影响的时候,求顶点的新位置会牵涉到大量的矩阵与乘法运算,利用显卡的 Vertex Shader 程序处理,加快了处理速度^[5, 6]。在三维计算机游戏巨大市场的推动下,越来越多的人投入到三维游戏的制作中。三维图形引擎的好坏直接决定了利用此引擎开发出的游戏的质量,所以开发一个良好的引擎成了游戏界关注的问题^[7]。骨骼蒙皮动画在动画的实现上有巨大的优势并获得越来越广泛的应用,它很快会成为实时动画中广泛采用的主流技术,从而使实时动画能够达到以往只能在动画电影中才能看到的各种生动逼真的动画效果。在实现骨骼蒙皮动画时如果加上反向动力学、自由形态变形等技术,会使动画的质量更高、更流畅,这也是笔者今后继续工作的方向。

参考文献:

[1] avid H. 3D Game Engine Design: A Practical Approach to Real-time Computer Graphics[M] . Morgan Kaufmann, 2001. 105-121.

[2] Luna F. Skinned Mesh Character Animation with Direct3D 9. 0[J] . MSDN Magazine, 2004, (6) : 18-26.

[3] Richard R. Game Design: Theory & Practice[M] . Los Rios Boulevard Plano, Texas: Wordware Publishing, Inc., 2001. 25-58.

[4] Adams J. Advanced Animation with DirectX[M] . Premier Press, 2003. 108-123.

[5] Benjamin F. DirectX 8. 0: Enhancing Real-time Character Animation with Matrix Palette Skinning and Vertex Shaders[J] . MSDN Magazine, 2001, (8) : 5-20.

[6] Jeff L. Skin Them Bones: Game Programming for the Web Generation [J] . Game Developer Magazine, 1998, (5) : 10-18.

[7] Dempski K. Real-time Rendering Tricks and Techniques in DirectX [M] . Premier Press, 2002. 68-86.

作者简介:

王洪福(1980-), 男, 硕士研究生, 主要研究方向为三维游戏引擎; 陈雷霆(1966-), 男, 教授, 主要研究方向为数字图像处理、三维图形技术; 李东魁(1980-), 男, 硕士研究生, 主要研究方向为三维游戏引擎。