

# 基于 DirectShow 的 DVB-T 数字电视中 EPG 解码

柳 林

LIU Lin

浙江工商大学 信息与电子工程学院, 杭州 310018, China

Information & Electronics Engineering College of Zhejiang Gongshang University, Hangzhou 310018, China

E-mail: liulin@mail.zjgsu.edu.cn

LIU Lin. EPG decoder in DVB-T based on DirectShow. Computer Engineering and Applications, 2008, 44(24): 231-234.

**Abstract:** DVB-T is a mature digital television standard, and is widely used in Europe, also is used in China by several experimental digital television networks. DVB-T provides complete Electronic Program Guide (EPG) function, which gives relevant information about current program and next program, and customers can use EPG to fast get and retrieve program information. As EPG is included in SI information, so this paper presents how to decode EPG from SI tables. Because the digital TV receiver on Windows platform is based on Directshow technology, so EPG decoder function should also be a part of Directshow filter chains. Traditional EPG decoder filter chains have structural deficiencies, and this paper gives a completely revised EPG decoder filter chains, which departs A/V data and SI data from TS stream. Experiments show that this filter chain can more efficiently and completely decodes EPG data in terms of slightly CPU time raising.

**Key words:** Electronic Program Guide(EPG); DirectShow; DVB-T; digital TV; SI

**摘 要:** DVB-T 数字电视标准是一种比较成熟的数字电视标准, 不仅在欧洲得到广泛的应用, 在国内多个地区的实验网也采用 DVB-T 标准。DVB-T 提供了比较完善的电子节目指南 EPG(Electronic Program Guide)功能, EPG 提供当前播放的节目和即将播放节目的相关信息, 可以实现对节目的快速检索和访问。由于 EPG 包含在 DVB-T 的 SI 信息中, 因此详细分析了从 SI 信息表中提取 EPG 的过程。而 Windows 平台上的数字电视接收是以 DirectShow 技术为基础的, 所以 EPG 的解码程序也应该成为 DirectShow 链路结构的一部分。针对传统的 EPG 解码 DirectShow 链路结构的缺陷, 提出了一种音视频数据与 SI 数据分离的 DirectShow 链路结构, 把 EPG 解码程序封装成独立的 Filter。实验表明, 提出的方法能够有效地对 EPG 数据进行解码, 在牺牲一部分 CPU 时间的基础上, 数据的完整性得到了明显提高。

**关键词:** 电子节目指南; DirectShow 技术; DVB-T; 数字电视; SI

**DOI:** 10.3778/j.issn.1002-8331.2008.24.070 **文章编号:** 1002-8331(2008)24-0231-04 **文献标识码:** A **中图分类号:** TP39

## 1 引言

### 1.1 DVB-T 数字电视标准

数字视频广播项目 DVB(Digital Video Broadcasting)是由欧洲电信标准协会 ETSI(European Telecommunications Standards Institute)于 1993 年建立起来的一种面向市场的数字电视服务体系结构, 旨在推广基于 MPEG-2 编码标准的电视服务, 目前全世界已有 25 个国家超过 200 个组织加入到 DVB 项目中。DVB 项目是能够真正地满足消费电子化和广播工业需要的一种数字化服务, 它在音频和视频的信源编码上都是采用 MPEG-2 标准。而 DVB-T(DVB Terrestrial Transmission Standard)是 DVB 规定的地面数字广播标准<sup>[1]</sup>, 利用地面发射台无线发射数字电视信号, 多用于地面数字电视广播业务。

DVB 项目的优点之一是能够充分利用现有的带宽; 由于采用了 MPEG-2 音视频信源压缩技术, 其信源码率只有模拟电视的几十分之一, 这样采用传统的模拟信道可以传输更多的电视节目。DVB 项目的另一个优势是对信源信号采用数字调

制、数字传输, 从而减少了信号的误码率, 提高了传输的效果, 也使得电视信号的覆盖率更广。DVB 的最后一个优势是它不仅充分利用了 MPEG-2 标准提供的节目信息表 PSI(Program Specific Information)完成解码器的配置, 而且 DVB 又在此基础上扩展出来了服务信息表 SI(Service Information)<sup>[2]</sup>, 为创建电子节目指南 EPG(Electronic Program Guide)信息提供了有效和灵活的工具。

### 1.2 EPG 信息的基本功能

电子节目指南 EPG 是为了方便用户对信息的接收而制作的运行于用户端的数字电视解码程序, 它通过电视播放界面向用户提供由文字、图形、图像组成的人机交互界面, 负责电视节目和各种数字电视业务的导航<sup>[3]</sup>。用户通过电子节目指南(包括节目时间、播放时间、内容简介等), 能够了解到当前播放的节目和即将播放节目的相关信息, 实现对节目的快速检索和访问。符合 DVB 标准的数字电视节目 EPG 信息更新很快, 用户能够快速地对当前以及今后很长一段时间内的电视节目信

**作者简介:** 柳林(1975-), 男, 博士, 讲师, 研究方向: 图像处理、视频编码。

**收稿日期:** 2007-10-26 **修回日期:** 2008-02-22

息进行浏览<sup>[4]</sup>。用户通过该功能看到一个或多个频道甚至所有频道商近期将播放的电视节目。EPG 还提供了分类功能,用户可以帮用户浏览和选择各种类型的节目<sup>[5]</sup>。在交互式的电视业务中,EPG 信息是构成交互电视的重要技术<sup>[6-7]</sup>。

通过 SI 表创建的 EPG 信息是数字电视的特色之一,因此对电视节目服务提供商来说,在电视节目中插入准确的、可靠的 EPG 信息非常重要;而对数字电视接收终端来说,对 EPG 信息准确、高效解码也十分重要。

### 1.3 EPG 研究现状

由于 DMB 标准还处于制定阶段,国内还没有统一的地面数字电视标准,众多的数字电视网络运营公司都各行其政,其数字电视标准都不一致。在已经开始数字电视试运营的城市中,大多数运营商都采用 DVB-T 的数字电视标准。现阶段对 EPG 的研究,不仅对 DVB-T 标准的数字电视有实际意义,而且对未来 DMB 标准中的 EPG 信息的解码也有着指导作用。

由于现阶段数字电视接收器大都运行在机顶盒、车载电视或手机电视等嵌入式环境下,对嵌入式环境中 EPG 信息的解码在国内外研究也较多<sup>[8-9]</sup>。在嵌入式条件下,EPG 信息的解码一般是通过软件分析 TS(Transport Stream)流直接得到,然后存储在数据库中或者通过 OSD(On Screen Display)层直接在终端上进行显示<sup>[8]</sup>。

对于运行在 PC 机上的数字电视接收终端来说,虽然基本原理与嵌入式系统没有什么不同,但是其软件实现结构有所不同。本文首先分析了 DVB-T 标准中 EPG 的构成和数据结构,然后详细阐述了在 Windows 平台上的数字电视接收终端对 EPG 信息进行解码的过程,实现了一种利用 DirectShow 对 EPG 信息进行高效解码的技术。

## 2 DVB-T 数字电视标准中 EPG 信息的基本结构

### 2.1 SI 信息的基本内容

DVB-T 数字电视中 EPG 是包含在 SI 信息中的,SI 信息主要包括以下一些信息表<sup>[2]</sup>:

网络信息表 NIT(Network Information Table),NIT 的作用主要是对多路传输流的识别,NIT 提供多路传输流、物理网络及网络传输的相关的一些信息,如用于调谐的频率信息以及编码方式、调制方式等参数方面的信息,根据 NIT 信息可以进行多路传输流的切换。

业务信息表 SDT(Service Description Table),SDT 用于描述系统中各路节目的名称,该节目的提供者,是否有相应的时间描述表等方面的信息。该表可以描述当前传输流,也可以描述其他的传输流。

事件信息表 EIT(Event Information Table),EIT 表是对某一路节目的更进一步的描述,它提供节目名称、开始时间、时间长度、运行状态等。

时间和日期表(Time and Date Table),TDT 表传送 UTC 时间、日期信息,用于同步接收端解码器的内部时钟。

业务群关联表 BAT(Bouquet Association Table),BAT 表提供一系列类似节目的集合,这些节目可以在不同的传输流中,利用该表可以很方便地进行相关节目或某一类节目的浏览和选择。

运行状态表 RST(Running Status Table),RST 表提供某一具体事件的运行状态,可用于按时自动的切换到指定的事件。

时间偏移表 TOT(Time Offset Table),TOT 表提供当地时间与 TDT 之间的关系,该表与 TDT 配合使用。

传输流描述表 TSDT(Transport Stream Description Table),由 PID0x0002 标识,提供传输流的一些参数。

填充表 ST(Stuffing Table),该表表明其内容是无效的,只作为填充字节。

### 2.2 EPG 与 SI 的关系

EPG 为用户收看电视节目和享受信息服务提供一个良好的导航机制,使用户能够方便快捷地找到自己关心的节目,查看节目的附加信息。EPG 应包含以下基本功能<sup>[2]</sup>:

(1)节目单:以“频道—时间”方式提供一段时间内的所有电视节目信息;

(2)当前节目播放:从节目单中选择当前的节目进行播放。

EPG 还可包含以下高级功能(可选):

(1)节目附加信息:给出节目的附加信息,如节目情节介绍、演员名单、年度排名等;

(2)节目分类:按节目内容进行分类,如体育、影视等;

(3)节目预订:在节目单上预约一段时间之后将要播放的节目,届时自动播放;

(4)家长分级控制:对节目内容进行分级控制。

DVB-T 标准中规定,SI 信息中必须包含 EPG 的基本功能和高级功能(如果提供高级功能)所需要的全部信息。综合分析 SI 信息和 EPG 的基本功能,可以看到 SI 信息表中的大部分内容是提供给综合解码器 IRD(Integrated Receiver Decoder)使用的,只有小部分内容与 EPG 的解码相关<sup>[2]</sup>。

为了实现 EPG 的基本功能和高级功能,除了 PSI(program Specific Information)信息之外(包含在基本的 MPEG-2 TS 流中),以下各表及相应的描述符需要在 SI 信息中出现。

(1)NIT 表中含有的描述符:

表 1 NIT 表中含有的描述符

描述符	PID 值
service_list_descriptor	0x41
terrestrial_delivery_system_descriptor	0x5A
frequency_list_descriptor	0x62
cell_list_descriptor	0x6C
cell_frequency_link_descriptor	0x6D

(2)SDT 表中含有的描述符:

表 2 SDT 表中含有的描述符

描述符	PID 值
service_descriptor	0x48
CA_identifier_descriptor	0x53

(3)EIT 表中含有的描述符:

表 3 EIT 表中含有的描述符

描述符	PID 值
short_event_descriptor	0x4D(高级)
extended_event_descriptor	0x4E(高级)
component_descriptor	0x50
CA_identifier_descriptor	0x53
content_descriptor	0x54(高级)
parental_rating_descriptor	0x55(高级)

(4)TDT 表可以实现节目预定功能。

## 2.3 描述符的解码

由上述表格可以看到,EPG 信息是由不同类型的描述符(Descriptor)组成的。在 SI 标准中,定义了 43 种描述符,这些描述符可以出现在所有的 TS 包中。每种描述符的具体定义大不相同,但是其基本结构都类似,如表 4 所示:

表 4 MPEG-2 中描述符的结构

字段	含义	长度	数据类型
xxxx_descriptor(){			
descriptor_tag	描述符类型	8 位	整型
descriptor_length	描述符长度	8 位	整型
descriptor_content	描述符内容	不定	组合数据
next_descriptor	下一个描述符的指针	32	指针
}			

考察表 4 中描述符的基本结构,就可以发现 EPG 解码的基本困难就在于描述符链表状的结构(表现在 next\_descriptor)。由于这种链表状的结构,致使在 EPG 解码中使得相邻描述符直接是相互关联的,如果前面描述符解码错误,后面的描述符就无法解码。

另外数字电视解码器接收到的信息流是由连续的 TS 包组成的,不同性质的 TS 包由其 PID 值进行区分。虽然 EPG 信息只包含在以上 PID 值的 TS 包中,但是由于描述符的链表状结构,不得不对所有包含 SI 信息表中的 TS 包中进行解码,这样也使得 EPG 信息的解码速度变慢。

## 3 基于 DirectShow 的 EPG 信息解码

### 3.1 BDA 结构中的数字电视播放流程

如图 1 所示,是基于微软 BDA(Broadcasting Driver Architecture)架构<sup>[1]</sup>的数字电视接收器的基本 Filter Graph,这个 Filter Graph 实现了数字电视播放的基本功能。图中 Network Provide 由硬件驱动程序提供,是数字电视的源 Filter,从硬件

中获取数据。DVB-T TV Tuner 也是由硬件驱动程序提供,提供 DVB-T 数字电视的调谐功能。MPEG-2 Demultiplexer 由 DirectShow 提供,支持对 MPEG-2 TS 数据流的解析和分解功能。Demultiplexer 根据 PID 值对 TS 包进行分流,一部分送到 MPEG-2 video Decoder 中进行视频解码,一部分送到 MPEG-2 Audio Decoder 中进行音频解码,其余的送到 BDA Transport Information Filter(TIF)中进行分析。

基于图 1 的 DirectShow 链路结构,MSDN 中给出的分析 EPG 的方法<sup>[1]</sup>是调用 TIF 的 GetSectionData()函数可以得到包含 SI 信息的 TS 包,然后从这些 TS 包中可以解码得到 EPG 信息。这种解码链路清晰简单,但是实验也表明,这种解码过程丢失的 EPG 信息太多、解码时间太长,很难得到满意的结果。

### 3.2 本文采用的 EPG 解码流程

分析图 1 所示的链路,可以发现有两个问题:

其一是根据 2.3 节描述可以知道 EPG 信息的解码主要是描述符的解码,而由于描述符的链表状结构,致使包含 EPG 信息的描述符可能会出现在所有 SI 包中;而利用 TIF 每次只能获取一部分的 SI 包,因此利用图 1 的方法很难获取完整的 EPG 信息;

其二是利用图 1 的结构,EPG 信息的获取与是视频音频解码在程序的同一个线程中,音视频解码与 EPG 解码不能同步进行,致使程序效率降低,致使 EPG 或者时间过长。

针对以上两个问题,本文设计了另外一种 EPG 解码的链路结构,其 Filter Graph 如图 2 所示。图 2 中 Infinite Pin Tee 对硬件接收到的 TS 流进行拷贝,可以把相同的 TS 分别发送到接收端。图中 SI Parser 的功能是根据 PID 值对 TS 流进行过滤,只保留 SI 相关的 TS 包,并送到 EPG Decoder 中。SI Parser 是一个 Transform Filter,输入的是原始 MPEG-2 流,输出的是包含 SI 信息的并去掉了头部 4 个字节的 TS 流数据,其外部结构如图 3 所示。EPG Decoder 按照 2.2、2.3 所述实现对 TS 数据流中 EPG 信息的解码,并且把解码结果存储在数据库中,供用户使用。EPG Decoder 是一个 Dump Filter,输入的是经过 SI

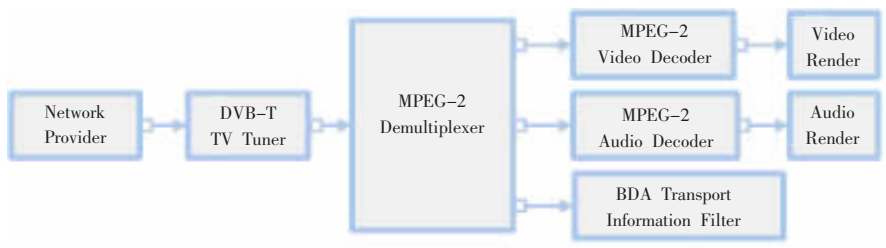


图 1 基于 BDA 架构的数字电视接收 Filter Graph

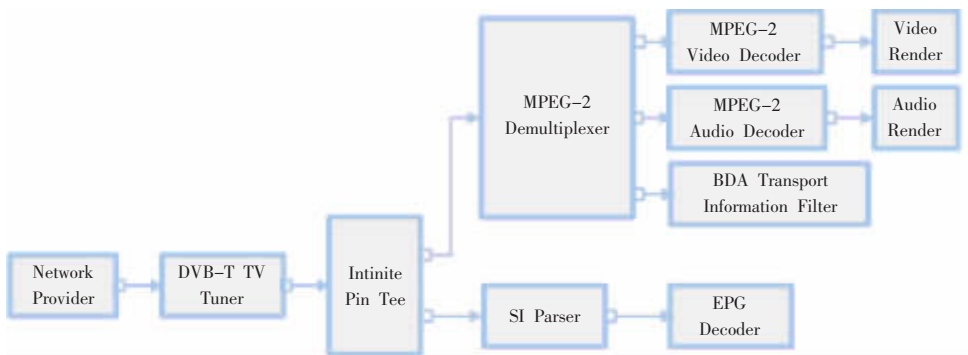


图 2 本文所采用的 EPG 解码 Filter Graph 结构



Parser 处理的 TS 数据流,数据解码的结果存储在数据库中。所以 EPG Decoder 除了继承 Dump Filter 的接口之外,它还要提供打开、关闭、读写数据库的接口,其外部结构如图 4 所示。

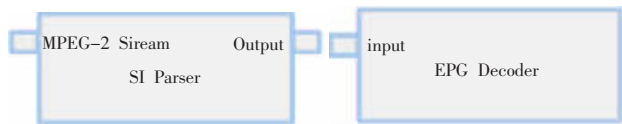


图3 SI Parser 的外部结构 图4 EPG Decoder 的外部结构

仔细比较图 2 和图 1,可以看到图 2 中的链路由于在 Demultiplexer Filter 之前就对原始 TS 流进行了复制,所以不会出现 TS 包的丢失;又因为 EPG 解码程序在单独的链路当中,所以其能有效地解决同步问题。

### 4 解码实验结果

由于 EPG 信息是为终端用户服务的,所以考察的主要是获取 EPG 信息的完整性和解码速度。本文所采用的 DVB-T 测试 TS 流数据其中 5 段来自台湾,1 段来自德国,1 段来自欧洲,平均片长 30 min。这些 TS 流数据采用专用设备发射之后,在 PC 机上通过 USB 接口和专用接收芯片接收这些测试流,以模拟真实的数字电视发射情况。表 5 是对图 1 和图 2 两种解码方式的实验结果比较。表中平均解码时间是指程序基本接收到大于 75%EPG 信息时候的时间,完整度是指所接收到的 EIT Event 数量与全部 Event 数量之比,占用 CPU 时间是指 EPG 解码程序运行时所占用的 CPU 时间。测试硬件配置为: Intel P4 CPU 2.0 GHz, Windows XP 操作系统, 1 G 内存。

表 5 图 1 和图 2 两种解码方案的比较

方案	平均解码时间	完整度	占用 CPU 时间
图 1 方案	40 s	80%	3%
图 2 方案	10 s	99%	5%

由于图 2 中所采用的方案,EPG 解码程序要在 DirectShow 链路中始终存在,所以其占用 CPU 时间比较多,但是其解码完整度非常好,平均解码时间短,丢失的信息很少。解码后 EPG 信息的一段如图 5 所示。

Eventid	ChannelName	Eventname	Starttime	Duration	Shortdescription
22	公共電視	P T S 阿拉傳奇	07:00:00	00:55:00	第 4 7 集 偶像
23	公共電視	P T S 公視新聞	07:55:00	00:05:00	單元集 帶狀新聞
24	公共電視	P T S 自然公園	08:00:00	00:30:00	第 2 3 集 記錄
26	公共電視	P T S 公視新聞	08:55:00	00:05:00	單元集 帶狀新聞
27	公共電視	P T S 科學 D I Y	09:00:00	00:15:00	第 5 集 資訊
29	公共電視	P T S 編編 A M I G O	09:30:00	00:25:00	第 7 0 5 集 資訊
31	公共電視	P T S 古典魔力客	10:00:00	00:30:00	第 2 8 集 資訊
33	公共電視	P T S 全球現場	11:00:00	01:00:00	第 2 4 8 集 帶狀
34	公共電視	P T S 公視晚間新聞	12:00:00	01:00:00	第 3 4 8 集 帶狀
36	公共電視	P T S 愛在春風街	13:50:00	00:10:00	第 1 0 集 單元
38	公共電視	P T S 網路情書	14:30:00	01:26:00	單元集 單元

图 5 EPG 解码结果片段

图 5 中列出了台湾地区 DVB-T 数字电视其中一个频道的

主要 EPG 信息,主要是 EIT 表和 SDT 表中的内容,其中 Eventid 表明节目信息的先后顺序,Eventname 是节目名称,Starttime 是开始时间,Duration 是节目持续时间,ShortDescriptor 是节目的简单描述,而 Channelname 是频道名称。用户根据这张表就能准确对节目进行收看和录制。

### 5 结论

当前对于基于 Windows 平台的数字电视接收技术研究比较少。本文从分析 DVB-T 数字电视标准入手,介绍了数字电视中的 SI 信息以及 EPG 的详细结构,详细分析了利用 DirectShow 技术对 EPG 进行解码的过程。针对 MSDN 中建议的 DirectShow 链路不能快速、全面地对 EPG 进行解码的缺陷,本文对其链路结构进行了改造,将 SI 分析部分和 EPG 解码部分构成独立的 Filter 结构,形成一个 EPG 解码部分链路和音视频解码部分链路分开的 DirectShow 链路结构。实验表明,经过改造之后的程序虽然占用的 CPU 时间比较多,但是其解码完整度要好得多,能够在很短的时间内得到满意的效果。

### 参考文献:

- [1] ETSI EN 300 744,v1.5.1,Digital Video Broadcasting(DVB):Framing structure,channel coding and modulation for digital terrestrial television[S].2004.
- [2] ETSI EN 300 468,v1.3.1,Digital Video Broadcasting(DVB):Specification for Service Information(SI),in DVB systems[S].1998.
- [3] ETS 300 707,Electronic Program Guide(EPG):Protocol for a TV Guide using electronic data transmission[S].1997.
- [4] Bruno Krieger.EPG as crystallization core for free-TV and new markets[C]//IEE Half-day Colloquium on Navigation in Entertainment Services(1998/247),1998.
- [5] Isobe T,Fujiwara M,Kaneta H,et al.Development of a TV reception navigation system personalized with viewing habits[J].IEEE Transactions on Consumer Electronics,2005,51(2):665-674.
- [6] Dobbie W,Laboratories B T Interactive electronic programme guides[C]// IEE Half-day Colloquium on Navigation in Entertainment Services (1998/247),1998.
- [7] Kim Y,Yang J,Park M,et al.Interactive broadcast terminal system using MPEG-2 and MPEG-4[C]//Proceeding of the 2000 IEEE International Symposium on Circuits and Systems,2000,3:682-685.
- [8] 鲁东丽,邢卫,鲁东明.机顶盒中电子节目指南的设计实现[J].实用设计,2006(5):41-43.
- [9] 吴君林,许龙飞,赵聚雪等.基于 DMB 手机 EPG 系统的 XML 数据存储与传输技术研究[J].计算机科学,2007,34(1).
- [10] Choi J,Kim J,Han D,et al.Design and implementation of DVB-T receiver system for digital TV[J].IEEE Transactions on Consumer Electronics,2004,50(4):991-998.
- [11] Microsoft Corp.Microsoft DirectX 9.0 C++ Documentation,2002.