

在 TS 流中插入 DVB 服务信息表的实现^{*}

陈立,方向忠,余松煜

(上海交通大学 图像通信与信息处理研究所,上海 200030)

摘要:详细分析和讨论了 DVB 各种服务信息表的定义与用途,并且在标准清晰度电视编码器中设计并实现了插入各种服务信息表的接口。通过这个接口可以根据各种业务应用的要求在 TS 流中插入不同的服务信息表,从而便于开展各种数字电视业务,如电子节目导航、视频点播等。整个系统经过标准仪器测试,符合 DVB 相应的规范。

关键词: MPEG-2; DVB; 服务信息表; PSI 表

中图分类号: TN919.8 **文献标识码:** A **文章编号:** 1007-2276(2003)06-0655-04

Implementation of inserting DVB Service Information tables into TS streams^{*}

CHEN li, FANG Xiang-zhong, YU Song-yu

(Institute of Image Communication and Information Processing, Shanghai Jiaotong University, Shanghai 200030, China)

Abstract: The purpose of DVB Service Information(SI) tables is discussed in detail. The interface to insert DVB SI tables into TS streams is designed and implemented in SDTV encoder system. Various SI tables can be inserted into TS streams using this interface in different applications. Then, services such as EPG and VOD could be provided by the SDTV encoder system. System is measured by stadard test instrument and compliant with DVB.

Keywords: MPEG2; DVB; Service Information table; Program Specific Information table

0 引言

随着数字电视广播事业的飞速发展,在 MPEG-2 国际标准的基础上,衍生出了几种数字电视广播标准,DVB(Digital Video Broadcast)就是其中之一。DVB 组织成立于 1993 年,致力于推动欧洲数字电视

广播的应用和发展。由于 MPEG-2 标准只规定了压缩和复用的框架,对很多具体业务应用并没做出规定,而 DVB 标准就是在 MPEG-2 标准的基础上,对数字电视广播系统各方面制定了具体的标准,增强了数字视频广播系统的统一性和互操作性。

数字电视的节目选择方式与模拟电视有很大差别,模拟电视每个频道对应一个节目,只要调谐到相

收稿日期:2003-04-26; 修订日期:2003-06-18

*基金项目:国家 863 计划资助项目(2002AA103087)

作者简介:陈立(1976-),男,浙江杭州人,博士生,研究方向为视频信号处理。

应的频率就可以看到节目,但在数字电视中多个节目复用到一个码流中,一个物理的频道对应一个传输流,在一个频道中包含了多个不同的节目,要观看其中的某个节目就必须从码流中提取出节目相对应的传输包,而节目信息表就提供解码音视频节目码流的必要信息。在 MPEG-2 标准中定义了基本 PSI (Program Specific Information) 表,借助这几种表信息可以实现最基本的码流解复用。在 DVB 标准中,通过定义服务信息(SI)表对此进行了进一步的扩展,并加入了一些对用户有用的信息,如节目的类型、提供商、节目的相互关系等,为电子节目指南(EPG)等业务的开展提供了充分的支持^[1,2]。因此,在设计完成的标准清晰度电视编码系统中,兼容了 DVB 系统标准,在传输流中插入了 DVB 的 SI 表。

1 服务信息表分析与介绍

在 MPEG-2 标准的系统部分(ISO 13818-1)^[3,4],一共定义了 4 种 PSI 表: PAT 表、PMT 表、CAT 表和 NIT 表。PAT 表描述 TS 流中包含的节目数和相应 PMT 表的 PID 号。PMT 表则说明本节目的音视频流相应的 PID 号和 PCR 信息的 PID 号。CAT 表包含了加密和解密的信息。在 MPEG-2 标准中没有对 NIT 表具体定义。在接收机解复用时,以上几个表信息是必须的,但是在以上几个表中并没有对 EPG、NVOD 等业务提供支持,因此在 DVB 标准中扩充定义了 BAT、SDT、EIT、RST、TDT、TOT 等 SI 表。DVB 标准中还定义了很多的描述子,通过将不同的描述子嵌入各种 SI 表中,可以灵活地提供很多服务的支持,如 EPG 和数字字幕等。

PSI 表中的信息基本上都与当前的码流有关,而与 PSI 表不同的是,SI 表可以包含当前码流中不存在的一些服务和事件,并可根据 SI 表中的信息进行频道选择、节目定位和 CA 控制。DVB 中 PSI 表和 SI 表的基本情况如表 1 所示。

表 1 DVB 服务信息表

Table 1 DVB SI table

	PAT	PMT	CAT	NIT	SDT	EIT	TDT	BAT	RST	TOT
PID	0X00	Not defining	0X01	0X10	0X11	0X12	0X14	0X11	0X13	0X14
Must be inserted into stream	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	No	No	No

DVB 标准中对 NIT 表进行了详细定义,在 NIT 表中可以传输频道的频率、调制方式等信息。根据 NIT 表中的信息,可以将接收机调到相应的射频频道。这些信息比较固定,一般在服务过程中不会改变。由于 DVB 是欧洲的标准,其网络 ID 号分配只考虑了欧洲的服务供应商,因此要定义合适的 NIT 表,就需要参照我国的标准相应制定。在 NIT 表中可以嵌入 Network-Name-Descriptor 描述子,描述 TS 流的提供商的名称,还可以嵌入 Service-List-Descriptor 描述子,说明 TS 流中的节目数目和类型。

SDT (Service Description Table) 表的功能与 PMT 表部分重叠,但包含更多的信息,用于描述系统中服务的名称、服务提供者、是否有相应的事件描述等方面的信息。SDT 表可以描述本传输流,也可描述其他的传输流,如节目的运行状态、节目供应商等。在 SDT 表中,列出了 TS 流中所有的节目信息,这些信息包括是否存在 EIT 表(由 EIT-Schedule-flag 和 EIT-Present-following-flag 的取值决定)、节目运行状态(由 Running-status 的取值决定)、节目类型以及节目供应商名称等(由 Service-descriptor 描述子描述)。以上信息可以根据节目播放情况进行改变,如节目供应商变了,则在 Service-descriptor 描述子要将节目供应商的名字改变。

TDT (Time and Date Table) 表给出当前的时间和日期,接收机可以利用它进行时间校准。TDT 表中的时间值编码为 40 bit。高 16 位比特采用 MJD (Modified Julian Date) 时间表示方法编码年、月、日信息,低 24 bit 采用 4 位 BCD 码来表示时、分、秒。从年、月、日到 MJD 码的换算见公式(1)和(2)。从 MJD 码到年、月、日的变换公式见参考文献[1]。

$$\text{If } Month = 1 \text{ or } Month = 2, \text{ then } L = 1; \text{ Else } L = 0 \quad (1)$$

$$MJD = 14\,956 + Date + \text{Int}[(Year - L) \times 365.25] + \text{Int}[(Month + 1 + L \times 12) \times 30.6001] \quad (2)$$

TOT 表中的时间信息表示本地时间与标准时间的偏移,处理方法与 TDT 表类似。在 TDT 表和 TOT 表中一般不插入描述子信息。

EIT (Event Information Table) 表包含事件和节目的有关信息,如事件的名称、开始时间、时间长度和

运行状态等。EIT 表分两种,一种包含正在提供服务的信息,如果 SDT 表中 EIT-present-following-flag 为 '1',则存在这种 EIT 表。另一种包含计划提供服务的信息,如果 SDT 表中 EIT-Schedule-flag 为 '1',则存在这种表。一般仅插入描述正在播放节目信息的 EIT 表。

BAT(Bouquet Association Table) 表用来描述一系列相关节目的信息,包括这些节目的名称、服务组成等,通过 BAT 表可以方便地从 一个节目跳到另一个相关的节目。

RST(Running Status Table) 表则提供节目或事件的运行状态和时间,可用于按时自动切换到指定的事件。ST(Stuffing Table) 表只用于填充字节,不传递有用信息。

在 SI 表的帮助下可以很容易地实现各种服务。在 EPG 中,通过 NIT 表可以首先找到传输流对应的射频频道。调谐到相应频道后,就可以从 SDT 表中查找对应的服务,得到有关服务的信息,如服务的状态、服务的提供商以及有无相应的 EIT 表等。得到这些信息就可以在屏幕上列出事件供用户选择。从相应的 EIT 表可以得到有关事件的信息,如何时开始、共有多长时间等。当用户最终选定节目后,接收机根据 PAT 表和 PMT 表的内容解码相应的节目。

2 在 TS 流中插入 DVB SI 表的实现

在设计和实现复用与再复用系统时,SI 表信息的产生与更改和 PCR 值的插入与修正两个最重要也是最难处理的问题^[5]。由于 DVB 的 SI 表内容丰富,随着节目的变化要随时更改,因此用 DSP 进行 TS 流打包是比较好的选择。但由于设计的数字电视编码系统要求能级联使用,TS 流码率最高达 50 Mbps,因此如果 TS 流打包用 DSP 完成,DSP I/O 吞吐能力将成为整个系统的瓶颈。DSP 将忙于数据打包,而没有时间完成一些计算和控制的功能。所以,在本系统中采用 DSP 和 FPGA 相结合的方法,完成 DVB SI 表的插入与 TS 流的打包。系统框图如图 1 所示。

计算机产生的 SI 表相关信息通过 HPI 接口送入 DSP 中。SI 表的相应信息也可以由用户输入产生,并通过主控制系统送入 DSP 中。DSP 根据得到的

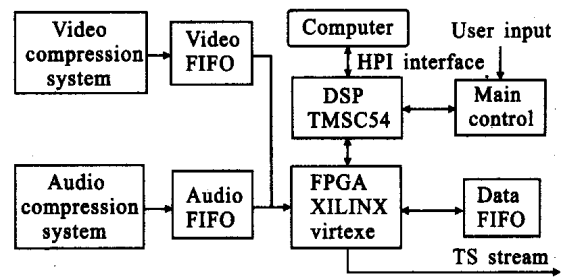


图 1 SI 表插入系统框图

Fig. 1 Architecture of SI table inserting system

信息产生出最终的 SI 信息表,并且把这些表格数据存入 VIRTEXE 中的 Block RAM 中。Block RAM 是集成在 FPGA 中的静态同步 RAM,因此在这里存储 SI 表并不耗费 FPGA 的逻辑资源。当 VIRTEXE 得到 SI 表格数据后,开始从音视频 FIFO 中分别得到音视频压缩系统产生的压缩码流,然后将音视频压缩码流打包成 TS 流,同时将存储在 Block RAM 中的 SI 表插入到 TS 流中。当相应的 SI 表发生变化后,DSP 负责刷新 Block RAM 中的 SI 表内容,而 FPGA 只负责把 Block RAM 中的数据插入到 TS 流中,而不用判断 SI 表是否需要改变。这样就将 DSP 的灵活性和 FPGA 的高速性很好地结合起来,减少了系统实现的难度。下面详细讨论插入 SI 表的具体策略。

TS 流是由多个 188 字节长度的 TS 包组成,包含音视频数据的包和包含 SI 表的包通过不同的 PID 号标识,要在 TS 流中插入 SI 表,只需将每个 SI 表都按照 ISO13818-1 规范打包成一个 188 字节的 TS 包(如果表信息过多,可以将一个表打包成多个 TS 包),然后选择合适的时间将这些 TS 包直接插入 TS 流中即可。因此只要能够确定插入 SI 表的时刻,从 Block RAM 中直接读取包含 SI 表的 TS 包是非常简单的工作。但是插入 SI 表的时刻则要根据 MPEG-2 和 DVB 的标准来选定。DVB 标准中规定了 SI 表和 PSI 表在一定的时间内必须被传送一次,这个时间间隔对于每个 SI 表都不一样,但是为了处理方便,除 TDT 表和 TOT 表之外,SI 表都在同一时间和 MPEG-2 的 PSI 表一起插入 TS 流中,这个时间小于任何一个 SI 表规定的最大时间间隔,在系统中固定为 50 ms。每隔 50 ms 在 TS 流中插入 PAT 表、PMT 表、SDT 表、CAT 表和 EIT 表。50 ms 的定时由 DSP 的定时器中断来实现。每次中断产生时,DSP 通过信号变化通知 FPGA 停止音视频数据打

包,开始插入 SI 表。如果 SI 表内容发生了变化,在这次插入 SI 表完成后,DSP 更改 FPGA 内部 Block RAM 的内容,这样在下次插入 SI 表时,就会将更改后的 SI 表插入码流中。TDT 表和 TOT 表不必每隔 50 ms 插入一次,因此选定这两个 SI 表的插入时间间隔为 15 s,为了节省 DSP 的定时器资源,不再使用新的定时中断完成 15 s 的计时,而是利用 50 ms 的定时中断来同时完成。因为 15 s 是 50 ms 的 300 倍,因此每产生 300 次 50 ms 定时中断后,就可以在码流中插入一次 TDT 表和 TOT 表。在中断产生后,DSP 按照公式(1)和(2)计算出 TDT 表和 TOT 表中的时间值,然后将新产生的 TDT 表和 TOT 表送到 FPGA 内部 Block RAM 中,完成后通知 FPGA 在码流中插入 TDT 表和 TOT 表。由公式(1)和(2)可以看出,MJD 码只要一天计算一次就可以了,因此主要的工作量是要得到时分秒信息,如果关机后也能计时,就需要一个时钟芯片不间断地计数,而且需要一个电池提供不间断的电力。在这里进行了简化处理,要求在开机时,用户输入当时的准确时间,DSP 就以这个时间为基点,进行不间断的计时,得到准确的时分秒信息。

在上面中断时间的选择时要考虑 PSI 表和 SI 表占用的带宽。在节目数量非常多时不能忽略这些特殊信息的数据量,因此要合理地考虑定时器的中断时间。如果中断时间选得太小,则信息表所占用的带宽会过大,影响音视频解码,如果中断时间选得太大,则会给随机访问造成困难,特别是对于快速频道转换或节目浏览等。码流中信息表所占带宽大小如公式(3)所示计算。

$$P_{\text{PSI}} = \left[\text{number} \times 188 \times \frac{1}{T} \times 8 \right] / \text{bitrate} \quad (3)$$

式中 number 为插入的 SI 表个数; T 为插入 SI 表的时间间隔; bitrate 为 TS 码流的传输速率。在本系统中 T 为 50 ms, number 为 5(忽略 TDT 表和 TOT 表),如果 TS 流码率为 15 Mbps,这时 SI 表的带宽占整个 TS 流带宽的 1%,不会影响音视频解码。

在系统中,没有插入所有的 SI 表,而是有选择性地插入了必要的 NIT 表、SDT 表、EIT 表、TDT 表、TOT 表以及 MPEG2 标准中的 PAT 表、PMT 表和

CAT 表。如果要插入其他可选的表(如 BAT 表、RST 表)时,只要外部接口能将这些信息传到主控系统,通过 DSP 和 FPGA 可以按同样的方法很方便地插入 TS 码流中。

3 测试

罗德施瓦茨公司的 DVB 解码器可用来分析正在解码的码流是否符合 DVB 标准,如果码流中缺少必要的 SI 表或者 SI 表插入错误,解码器就会在屏幕上出现警告信息,因此利用罗德施瓦茨解码器可以非常直观地看出系统是否与 DVB 兼容。在系统调试成功后用解码器详细分析了系统产生的码流,结果证明码流符合 DVB 的标准,解码器没有显示任何错误。

4 结论

在设计完成的标准清晰度电视编码系统中实现了在 TS 流中插入 DVB 标准定义的 SI 表,为各种数字电视广播业务的开展提供了完备的接口。本系统编码形成的 TS 码流经过罗德施瓦茨解码器的检验符合 DVB 标准。通过本系统设计的硬件结构虽然可以很方便地插入各种 SI 表,但由于系统没有以太网接口,因此不能通过网络直接将节目的有关信息传到系统的总控部分,给接收某些 SI 表的信息带来不便,因此下一步的工作就是要在系统中加入网络接口,使系统更加灵活易用。

参考文献:

- [1] Digital Video Broadcasting (DVB) EN 300 468 V1.3.1: Specification for Service Information (SI) in DVB systems[Z]. 1998,2.
- [2] Digital Video Broadcasting (DVB) ETR 211: Guidelines on implementation and usage of Service Information (SI) [Z]. 1997,8.
- [3] ISO/IEC 13818-1, Generic coding of moving pictures and associated audio[S]. Sweden: ISO/IEC, Copyright Office, 1994.
- [4] 钟玉琢译. 运动图像及其伴音通用编码国际标准-MPEG2 ISO/IEC13818[M]. 北京:清华大学出版社,1997.
- [5] 金盛,张文军,余松煜. MPEG-2 数字广播中节目参考时钟和音视频同步的处理[J]. 红外与激光工程,2000,29(5):73-75.